



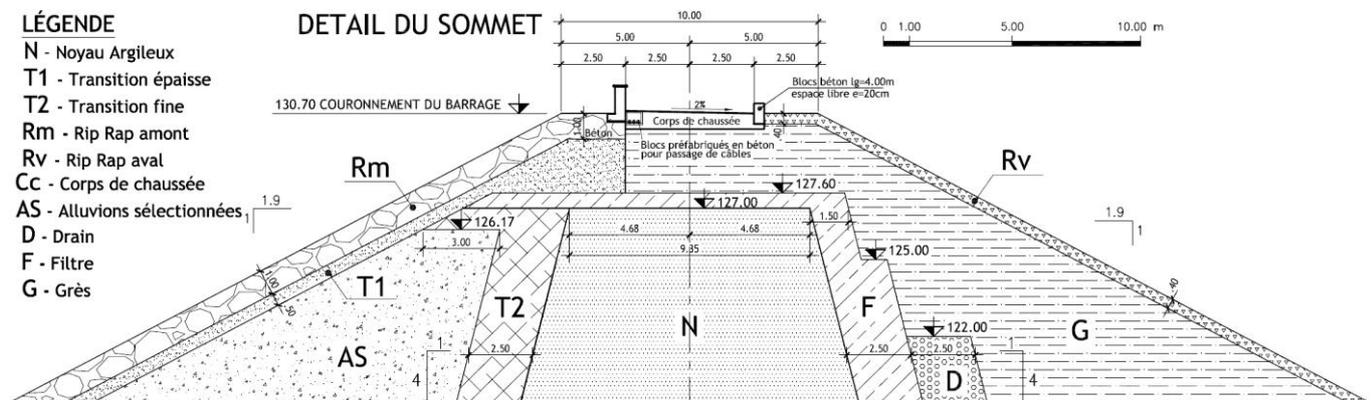
Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Géologiques

## Mémoire

Préparé en vue de l'obtention du Diplôme de Master sciences géologique.  
Option : Ressources minérales, géomatériaux et environnement

## Sujet

*Etude des géomatériaux de carrière pour digues de barrage  
Qualité et mise en place  
Cas du barrage de Souk N'Tleta (Tizi-Ouzou)*



Présenté par: **HALICHE Tiziri**

Devant le jury composé de :

<b>AIGOUN Chabane</b>	<b>Maître Assistant</b>	<b>U.M.M.T.O</b>	<b>Président</b>
<b>ZEGHOUANE Hocine</b>	<b>Maître de Conférences</b>	<b>U.M.M.T.O</b>	<b>Examineur</b>
<b>ABDESSELAM Malek</b>	<b>Maître de Conférences</b>	<b>U.M.M.T.O</b>	<b>Encadreur</b>

Promotion : 2017 / 2018

## **CHAPITRE I :**

### **Présentation du projet de Barrage de Souk N'Tleta Wilaya de Tizi-Ouzou**

# Etude des géomatériaux de carrière pour digues de barrage Qualité et mise en place : Cas du barrage de Souk N'Tleta (Tizi-Ouzou)

## TABLE DES MATIERES

Avant-propos et Remerciement .....	i
Introduction générale .....	1
CHAPITRE I.....	3
Présentation du projet de barrage de Souk N'Tleta wilaya Tizi-Ozou .....	3
I-1- Généralités sur le projet de barrage de Souk N'Tleta .....	3
I- 2- Situation Géographique du site du Barrage Souk N'Tleta .....	3
I-3- Description du barrage et ses différents ouvrages annexes .....	4
CHAPITRE II .....	10
II-1- Aperçu Géographie de la région du Barrage de Souk N'Tleta: .....	10
Topographie du site du barrage : (voir la carte de la figure 07).....	10
II-2- Aperçu géologique.....	12
II-2- 1- Géologie générale de la région d'étude : .....	12
II-2-2- Géologie du site du barrage Souk N'Tleta .....	15
II-2-3- Tectonique et Fracturation : .....	17
II-2-4- Sismicité : .....	17
II-3- Hydro-climatologie.....	19
II-3-1- Les caractères hydro-climatologiques généraux : .....	19
II-3-2- La pluviométrie:.....	20
II-3-3- Les paramètres climatiques : Température, humidité relative, vent et jours de sirocco.....	21
II-3-4- Bilan hydrologique : .....	22
II-3-5- Les débits solides .....	22
II-4- Caractéristiques hydrogéologiques : .....	23
CHAPITRE III .....	24
III-1- Introduction .....	24
III-2- Les exigences Géotechniques et conditions de choix des géomatériaux: .....	24
III-2-1 Argiles pour les Noyaux des digues .....	24
III-2-2 Matériaux de Transition .....	24
III-2-3 Filtres et drainages .....	25
III-2-4 Recharge aval (Rip Rap) des digues .....	25
III-2-5 Rip Rap amont ou Enrochement des digues et des batardeaux .....	25
III-2-6 Lit de pose.....	25
III-2-7 Protection Aval: .....	25
III-2-8 Le béton plastique utilise pour la paroi moulée:.....	25
III-3- Les matériaux alluvionnaires et colluvionnaires: .....	25
III-3-1 Localisations des carrières des matériaux alluvionnaires et colluvionnaires des corps des digues du barrage de Souk N'Tleta : .....	26
III-3-2 Nature des matériaux des carrières alluvionnaires et colluvionnaires prospectées.....	26
III-3-3 Reconnaissances par puits et par sondages carottés pour chaque carrière: .....	29

III-3-4 Les potentialités en matériaux des carrières alluvionnaires et colluvionnaires (volumes, extension et profondeur): .....	31
III-3-4 Analyses et Essais effectués sur les matériaux des carrières d'alluvions et colluvions.....	34
III-4- Carrière d'agrégats de Keddara :.....	34
III-4-1 Situation de la carrière: .....	35
III-4-2 Géologie du gisement :.....	35
III-4-2 Structure géologique et tectonique : .....	35
III-4-3 Hydrogéologie : .....	35
III-4-4 Topographie :.....	35
III-4-5 L'Exploitation : .....	38
III-4-6 Les essais réalisés sur les agrégats issus des calcaires de la carrière de Keddara .....	39
III-5- Interprétations des résultats et analyses des géomatériaux de carrières:.....	39
III-5-1 Essais in situ et de laboratoire de chantier: .....	39
III-5-2 Les résultats des essais effectués sur les échantillons et les prélèvements des agrégats de la carrière de Keddara .....	46
III-6- Procédé de réalisation des digues du barrage et de la paroi moulée (mise en place des géomatériaux): .....	48
III-6-1 La Digue de Col : .....	48
III-6-2 La paroi moulée : .....	49
III-6-3 La Digue principale et ses ouvrages annexes : .....	53
CHAPITRE IV .....	55
IV-1- Introduction: .....	55
IV-2- Fonctions des géotextiles et produits apparentés (Comité français des géo synthétiques CFG 2015) .....	57
IV-3- Utilisation de géotextile dans la réalisation du barrage Souk N'Tleta:.....	57
IV-3-1 Exemple de Substitution du filtre géotextile au filtre naturel gravier+sable d'une digue du barrage :.....	57
IV-3-2 Substitution des géosynthétiques de géotextile dans la réalisation du barrage Souk N'Tleta .....	58
CHAPITRE V .....	60
V-1- Impacts du au chantier du barrage.....	60
V-2- La Carrière de Keddara .....	60
V-2-1 Impacts sur le paysage.....	61
V-2-2- Impacts sur les eaux .....	61
V-2-3- Impacts liés au bruit: .....	61
V-2-4- Impacts liés aux poussières: .....	61
V-2-5- Les vibrations:.....	62
V-3- Mesures d'atténuation et de compensation des impacts sur l'environnement:.....	62
V-3-1- La carrière de KEDDARA .....	62
V-3-2- Chantier du barrage.....	63
CONCLUSION GENERALE.....	64
BIBLIOGRAPHIE .....	ii

## TABLE DES FIGURES

Figure 1: Localisation des sites du barrage de Souk N'Tleta et de la carrière de Keddara (Extrait de la carte au 1 /500 000 INCT) .....	2
Figure 2: Localisation du barrage de Souk N'Tleta et des communes dans lesquelles se site son plan d'eau .....	3
Figure 3: Barrage du Souk N'Tleta avec ses digues et plan d'eau et coupe type montrant la position et la nature des matériaux utilisés .....	5
Figure 4 : Coupe Longitudinale Est-Ouest du barrage Souk N'Tleta et ses annexes(APD) .....	5
Figure 5 : Détail de la digue principale du barrage Souk N'Tleta. ....	6
Figure 6 : Extension du plan d'eau du barrage de Souk N'Tleta et déviation des routes RN 25 (en rouge) et CW 128 (en jaune) (ANBT) .....	8
Figure 7 : Carte du site du barrage de Souk N'Tleta et du réseau hydrographique (extrait de la carte topographique au 1/50 000 INCT). ....	11
Figure 8 : Carte géologique englobant la région du barrage de Souk N'Tleta et des carrières de Keddara (Extrait de la carte géologique au 1/500.000 de 1952).....	13
Figure 9 : Coupe synthétique NS du Miocène sur les phyllades du site du barrage Souk N'Tleta. ....	15
Figure 10 : Coupes géologiques (NNW-SSE et W-E) des rives et axe de l'Oued Bougdoura. (APD)	16
Figure 11 : Carte géologique et structurale du site du barrage Souk N' Tleta (ANBT). ....	18
Figure 12 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant des Oueds du barrage de Souk N'Tleta avec les stations hydrométrique et pluviométriques.(ANRH) .....	19
Figure 13 : Evolution des précipitations annuelles à Tizi-Ouzou, Makouda et Baghlia (1984-2012) (Aigoun 2014). ....	20
Figure 14 : Carte des hauteurs pluviométriques annuelles dépassées une année sur cinq en Année sèche : (ANRH).....	20
Figure 15 : Répartition mensuelle des pluies de la station de Tizi-Ouzou (Aigoun 2014).....	21
Figure 16 : Rose des vents à l'échelle annuelle à Tizi-Ouzou (1913/1938 SELTZER1946). ....	22
Figure 17 : Graphe granulométrique pour les matériaux des filtres et drains des digues. ....	24
Figure 18 : Carte de localisations des carrières des matériaux alluvionnaires et colluvionnaires pour la construction du barrage Souk N'Tleta. ....	27
Figure 19 : Log d'un puits représentatif numéro 06 de la carrière colluvionnaire Bbis 1 .....	29
Figure 20 : Log d'un puits représentatif numéro 1-3 de la zone alluvionnaire ze1 (03) .....	29
Figure 21: Log d'un puits représentatif numéro 03 de la zone alluvionnaire (07) .....	30
Figure 22 : log d'un puits représentatif numéro 12 de la zone colluvionnaire (08).....	30
Figure 23 : Log d'un puits représentatif numéro 04 de la zone colluvionnaire (09) .....	30
Figure 24 : zone Argileuse rive gauche oued guergour (08).....	32
Figure 25 : Estimation des volumes de la carrière Argileuse par la méthode des profils.....	33
Figure 26 : Coupe caractéristique Nord-Sud de site de la carrière d'agrégat Keddara.....	35
Figure 27: Localisation de site de la carrière d'agrégats de Keddara et du réseau hydrographique en amont du barrage de Keddara (extrait de la carte topographique au 1/50 000 INCT).....	36
Figure 28 : Carte géologique de la région du site de la carrière d'agrégats (N°10) de Keddara (Boumerdes).....	37
Figure 29 : Amorçage de trous de mine à l'explosif.....	38
Figure 30 : Disposition des trous de mine sur le front pour une seule ligne.....	38
Figure 31 : Analyse granulométrique sur les grés pour la recharge aval .....	44
Figure 32 : Courbes granulométriques des différentes fractions d'agrégats de Keddara. ....	46
Figure 33 : Description lithologique du sondage au droit du site de la paroi moulée .....	49
Figure 34: Coupe en travers du site de la digue montrant la paroi moulée étanche barrant le profil de l'oued .....	50
Figure 35 : Coupe en travers du site du batardeau surmontant le noyau et la paroi moulée ancrée dans le substratum rocheux (schistes) et vue du batardeau amont avec enrochement et noyau en argiles, portails amont des dérivations (à gauche).....	50
Figure 36 : Coupe transversale de la paroi moulée sur l'axe de l'oued Bougdoura. ....	52

Figure 37 : Digue principale du barrage de Souk NTleta avec son noyau ancré et les couches de drainage, de filtration et de remplissage amont et aval.....	53
Figure 38 : Coupe Est_Ouest au droit de la Digue principale du barrage de Souk NTleta avec décapage des alluvions, des parois du berceau, les galeries de dérivation, d'injection et de vidange, évacuateur de crue et écran d'étanchéité.....	54
Figure 39 : Principales fonctions des géotextiles (Comité français des géo synthétiques).....	55
Figure 40: Schéma d'utilisation d'un géotextile en filtration sous enrochement CFG 2015). .....	56
Figure 41: Etude comparative des volumes, mise en oeuvre et des coûts entre un Filtre naturel (sable et gravier) et un Filtre géotextile (Bouneffa MOM 2017) .....	57
Figure 42 : Proposition de substitution du niveau de transition par un géotextile en amont et mise en place d'un géotextile alvéolé rempli de terres végétales en aval des digues du barrage de Souk NTleta. ....	58

## TABLE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1: Site du barrage Souk NTleta entres les niveaux de grès du Miocène : couches de grès à pendage nord (recouvertes de béton projeté en haut) et socle de schistes à la base .....	16
Photographie 2 : Une vue des carrières d'argiles utilités pour la construction de la digue de col et principale. (ANBT).....	26
Photographie 3 : Vue des carrières d'alluvions en aval du site de la digue en RD du Bougdoura. (ANBT) .....	28
Photographie 4 : Vue de la Carrière de Keddara (Boumerdes) : exploitation des calcaires du Jurassique et de l'Eocène en gradins de 10 à 15 m.(24/05/2018 à 11:30).....	34
Photographie 5 : Photo de la carrière Keddara prise de la station de concassage. (ANBT 2014) .....	38
Photographie 6 : Photographies des outils utilisés pour chargement des trous de mine.....	38
Photographie 7 : Excavation et remblaiement à la digue de col (TVC, Argiles, transition et enrochement).....	48
Photographie 8 : Photo des caisses des sondages carottés dans les alluvions jusqu'au substratum schisteux.....	49
Photographie 9 : Vue du batardeau amont en enrochement et mise en place du noyau argileux de la digue sur la paroi moulée par compactage au rouleau «pied de mouton» (ici mesure de la densité au Gamma densimètre) .....	50
Photographie 10 : Réalisation des murs guide au niveau l'axe de la paroi moulée et remplissage des panneaux de bentonite.....	51
Photographie 11: Vues des engins d'excavation et de bétonnage de la Paroi-Moulée, avec tubes plongeurs et de pompage.....	52
Photographie 12 : Vue du site de la digue principale en aval du batardeau amont (avec enrochement et noyau en argile, excavation du berceau de la digue principale au fond galerie d'injection en rive droite. ....	54
Photographie 13: Images qui représentent l'utilisation des géotextiles et de ALVEOTER. ....	57
Photographie 14 : Nuisance des poussières du chantier du barrage de Souk NTleta .....	60
Photographie 16 : Impacts de l'exploitation du concasseur d'agrégats : Bruits et poussières.....	61
Photographie 17 : Impacts de l'exploitation de la carrière d'agrégats de Keddara : Bruits et poussières .....	62

## TABLE DES GRAPHIQUES

Graphe 1: Fuseaux granulométriques des Argiles rive gauche Oued Aguergour (Z8).....	40
Graphe 2 : Classification des argiles de la carrière (Z08) dans les limites prescrites. ....	41
Graphe 3: Graphe courbe granulométrique des alluvions de la carrière Bbis. ....	42
Graphe 4 : Analyse granulométrique des alluvions pour le filtre. ....	42
Graphe 5 : Analyse granulométrique des alluvions de l'Oued Bougdoura (lavés et criblés) pour le drain. ....	43
Graphe 6 : Analyse granulométrique pour les alluvions de la zone Bbis. ....	43

Graph 7 : Planches d’essais du tout-venant alluvionnaire (TVO) pour la digue de col .....	44
Graph 8 : Planches d’essais sur les couches de grès pour la digue de col .....	45
Graph 9 : Analyses granulométriques des granulats et sable de la carrière de Keddara .....	47

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques hydrologiques, dimensionnelles du barrage principal, digue de col, évacuateur de crue, dérivation provisoire, galerie de vidange et de la tour de prise du projet de barrage de Souk NTleta.....	9
Tableau 2 : Répartition des pluies mensuelles (mm)- données de la Station Tizi-Ouzou 1984-2012..	21
Tableau 3 : Relevés des mesures de températures annuelles à la station ONM de Tizi-Ouzou (in Aigoun 2014). .....	21
Tableau 4: Répartition des températures mensuelles, de l’humidité relative, du vent et nombre de jours moyen de sirocco à la station de l’ONM de Tizi-Ouzou (1990-2012) (Aigoun 2014).....	22
Tableau 5 : Evaporation Piche moyenne mensuelle à Tizi-Ouzou (1990-2012).....	22
Tableau 6 : Volumes exploitables des matériaux des carrières avec la méthode des profondeurs moyennes: .....	31
Tableau 7 : Coordonnées des limites de la carrière de Keddara .....	35
Tableau 8 : Résultats des essais réalisés sur argiles de la carrière ZE1 (puits 2-2) .....	40
Tableau 9 : Résultats de la granulométrie des alluvions de la carrière Bbis.....	41
Tableau 10 : Résultats d'essais effectués sur des monolithes prélevés à partir des affleurements superficiels .....	46
Tableau 11 : Résultats des essais effectués sur les échantillons de Keddara et de Boussada au laboratoire. ....	46
Tableau 12 : Résultats d'analyses granulométriques sur les agrégats de la carrière Keddara.....	46
Tableau 13 : Résultats d'analyses chimiques des agrégats de la carrière de Keddara. ....	47
Tableau 14 : Niveau de prix des agrégats de la carrière Keddara en 2018 .....	58
Tableau 15 : Niveau de prix des géotextiles en 2018 .....	58

## TABLE DES ABREVIATIONS

APD : Avant Projet Détail.
ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts.
NGA : Nivellement Général de l’Algérie.
ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
ONM : Office Nationale météorologie.
ETP : Evapotranspiration potentielle.
ETR : Evapotranspiration réelle.
W : Teneur en eau.
IP : Indice de plasticité.
LP: Limite de Plasticité.
LL : Limite de Liquidité.

## AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, je voudrais remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à sa concrétisation. En premier lieu, je tiens à remercier Monsieur BERRAHAL Youcef, Directeur des projets de l'Agence Nationale des Barrages et Transfert (ANBT) de Tizi Ouzou, pour m'avoir permis de faire mon stage pratique au niveau du projet du barrage de Souk N'tleta. Il m'a facilité la tâche, encouragé et soutenu lors de ma présence sur le site et le laboratoire durant 3 mois. Aussi je remercie toute l'équipe de l'ANBT pour leurs aides.

Je tiens à adresser mes remerciements à mon directeur de mémoire, Monsieur ABDESSELAM Malek, pour son encadrement, ainsi qu'aux membres du jury, Messieurs ZEGHOUANE Hocine et AIGOUN Chabane enseignants au département des sciences géologiques de l'UMMTO.

Je remercie également le directeur de l'entreprise AFITEX, Monsieur TABTI Said et son équipe, qui m'ont permis de me familiariser à la géotechnique et aux géosynthétiques au sein de son entreprise.

Tous m'ont aidé au travail de terrain et de laboratoire sur un sujet à plusieurs facettes et un grand chantier où la géologie et les géomatériaux sont les principales préoccupations.

Je remercie infiniment l'équipe de contrôle et de surveillance des travaux du barrage Souk N'tleta, le bureau d'étude TRACTEBEL COB, dont, le chef d'aménagement Monsieur AKHRIF Mohammed, l'ingénieur de laboratoire Monsieur SMAOUI Sarhane, l'ingénieur en géologie Monsieur ELSHAFFEY ElSayed, le topographe Monsieur GAAD Slimane, l'ingénieur de terrassement Monsieur BENZADI Daoudi, l'ingénieur béton Monsieur TABBOU Rachid; qui se sont investis dans le travail de terrain et qui m'ont permis de découvrir le chantier du barrage de Souk N'tleta, je tiens à leur faire part de ma reconnaissance et de ma gratitude pour leur aide.

Je n'oublierai pas non plus de remercier mes amis (es), les étudiants de mon département avec qui j'ai partagé des moments de complicité et de générosité, ainsi que mes anciens professeurs du département de géologie de l'université de Mouloud MAMMERRI

Enfin, je ne peux terminer ces remerciements sans rendre un hommage particulier à mes parents, mes sœurs et plus précisément Souhila, mes frères, mes belles sœurs, mes beaux frères, mes neveux et nièce, pour leur soutien moral, leurs encouragements, et leur aide précieuse ainsi que messieurs AOUDJ Mohand Akli et YOUSSEIDENE Nacer.

# **Etude des géomatériaux de carrière pour digues de barrage Qualité et mise en place : Cas du barrage de Souk N'Tleta (Tizi-Ouzou)**

## **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

Ce travail a pour but, d'étudier les géomatériaux constituant le support du barrage de Souk N'Tleta (Tizi-Ouzou) utilisés pour la construction de ses digues et ouvrages annexes. Ce barrage est situé dans le bassin versant de l'oued Bougdoura, affluent du Sébaou (figure 01), avec une capacité de 98 Hm<sup>3</sup> et 95 m de hauteur.

Cette recherche a été élaborée avec l'aide de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) dans le cadre de la préparation de mon diplôme de Master en Géologie, option Ressources Minérales, géomatériaux et Environnement. J'ai ainsi participé aux prospections sur les sites des carrières et des digues, aux essais et analyses in-situ et au laboratoire de chantier. J'ai également assisté aux travaux de poses et de mise en place (mise en œuvre) des géomatériaux de différents ouvrages du barrage.

Les objectifs principaux de ce mémoire sont:

- L'étude de la géologie de l'assise du barrage et de ses annexes;
- L'étude géologique des zones d'emprunts des géomatériaux;
- L'étude d'identification, caractérisation et techniques d'essais réalisés sur les géomatériaux au laboratoire de chantier de réalisation du barrage;
- L'étude pour la mise en place des géomatériaux;
- L'étude pour la substitution des géomatériaux par les géosynthétiques.
- L'étude d'impacts sur l'environnement en phase de construction d'un barrage et d'exploitation des carrières.

Les géomatériaux étudiés sont utilisés dans les différentes parties des digues et ouvrages du projet, comme indiqué dans les figures 03 à 05. Leurs volumes totaux sont de plus de deux millions de mètres cubes (2 056 900m<sup>3</sup>). Ils sont constitués de:

- Argiles pour noyaux : 314 600,00 m<sup>3</sup>
- Recharge amont en alluvions : 728 000,00 m<sup>3</sup>
- Recharge aval en tout-venant de carrière (TVC) grès : 684 000,00 m<sup>3</sup>
- Filtre et drain en alluvions après lavage et criblage : 119 760,00 m<sup>3</sup>
- Couches de Transitions en matériaux alluvionnaire et grès: 60 580,00 m<sup>3</sup>
- Enrochements en blocs calcaires : 65 880,00 m<sup>3</sup>
- Agrégats (0,8-25 mm) pour bétons: 80 000,00 m<sup>3</sup>
- Bentonite pour béton plastique pour la paroi moulée: 80,60 m<sup>3</sup>
- Terre végétale pour les talus en aval : 4 000,00 m<sup>3</sup>.

Les géomatériaux de terrassements excavés en provenance d'alluvions d'oueds, de colluvions des zones d'argiles, des rives gauche et droite du barrage, des galeries et du noyau et autres ouvrages sont réutilisés en recharge des digues ou mis en dépôts.

Des géosynthétiques, pour la substitution aux géomatériaux, seront présentés.

Les impacts environnementaux, en phase de réalisation et d'exploitation, du barrage seront évalués, comme les nuisances provoquées par la centrale de concassage, les travaux d'excavation, de terrassement et de remblaiement des géomatériaux, l'extension du plan d'eau et la submersion des terres agricoles, des habitations ainsi que des routes et voies de communications. Les mesures d'atténuation et de compensation de ces impacts seront présentées.

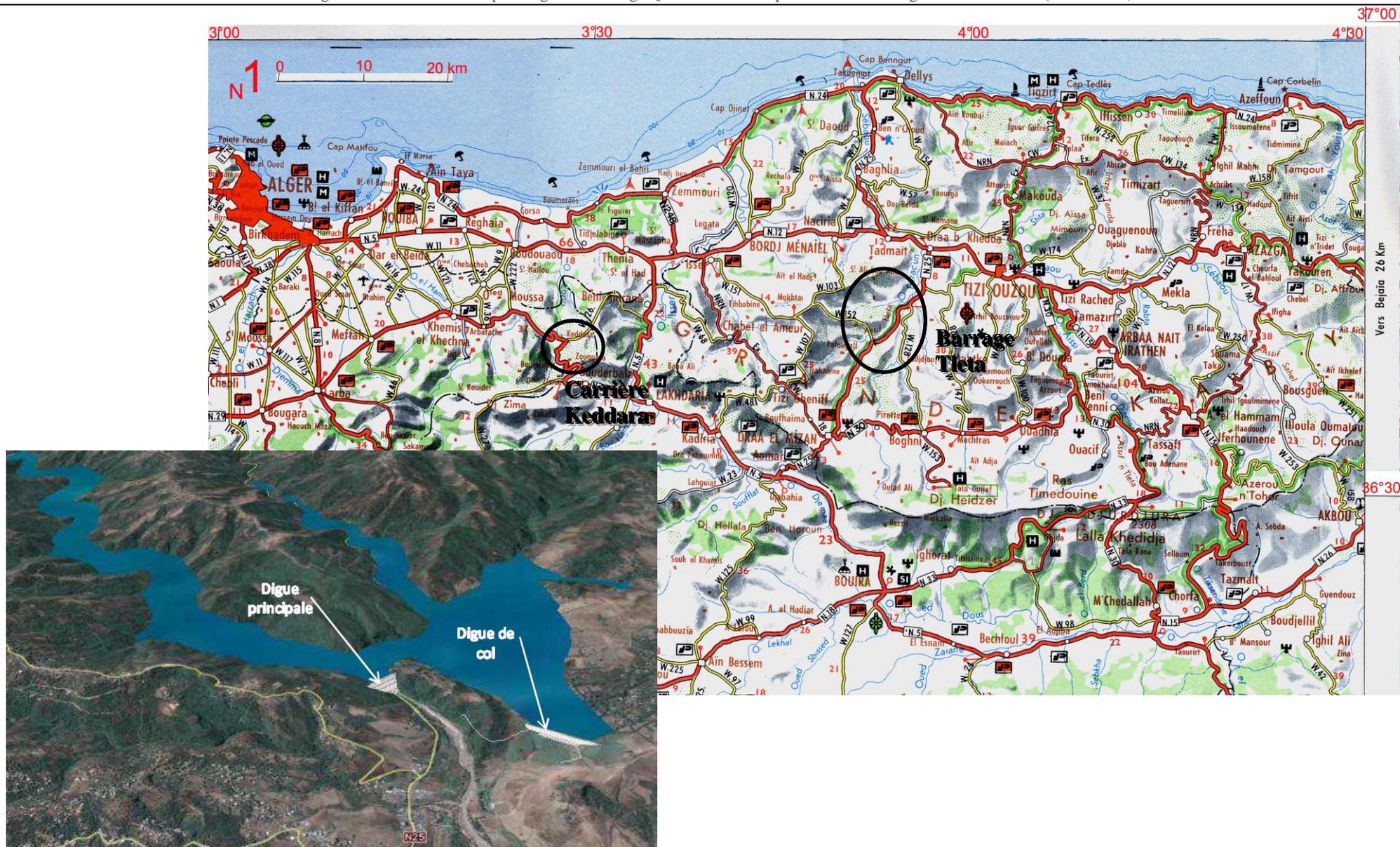


Figure 1: Localisation des sites du barrage de Souk N'Tleta et de la carrière de Keddara (Extrait de la carte au 1 / 500 000 INCT)

## **CHAPITRE I :**

### **Présentation du projet de Barrage de Souk N'Tleta Wilaya de Tizi-Ouzou**

## CHAPITRE I

### PRÉSENTATION DU PROJET DE BARRAGE DE SOUK N'TLETA WILAYA TIZI-OZOU

#### I-1- GÉNÉRALITÉS SUR LE PROJET DE BARRAGE DE SOUK N'TLETA

Le projet de barrage de Souk N'Tleta, dont la capacité est de 98 Hm<sup>3</sup> et une hauteur de digue 95m, sera construit sur l'oued Bougdoura à 8 Km au sud de la ville de Draa Ben Khedda, dans la wilaya de Tizi-Ouzou. (Figures 1 et 2). Ce barrage permettra d'alimenter en eau potable et industrielle les villes se trouvant sur le couloir Tizi Ouzou - Boumerdes - Alger.

L'aménagement se compose d'un barrage principal en remblais de 95 m de haut, d'une digue de col, d'une tour de prise, d'un système de galeries d'injection et de drainage, d'un évacuateur de crues, de deux galeries de dérivation provisoire ainsi que d'équipements hydromécaniques et d'auscultation nécessaires (figures 03 et 4).

La réalisation de ce projet a été confiée par l'Agence National des Barrages et Transferts à un groupement d'entreprises Turques appelé NUROL OZALTIN. L'étude et la surveillance des travaux sont assurées par un bureau d'études Français (COB-TRACTEBEL).

#### I-2- SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU SITE DU BARRAGE SOUK N'TLETA

Le Site du Barrage Souk N'Tleta se situe sur l'Oued Bougdoura, immédiatement en aval de la confluence des oueds de l'Acif Souk N'Tleta et Tala Imedrane. Ce Site est accessible en empruntant la Route Nationale (RN) 25 en partant de Draa Ben Khedda vers Draa El-Mizan et le Chemin de wilaya (CW) 128 à partir de la Ville de Tizi Ouzou vers Boghni.

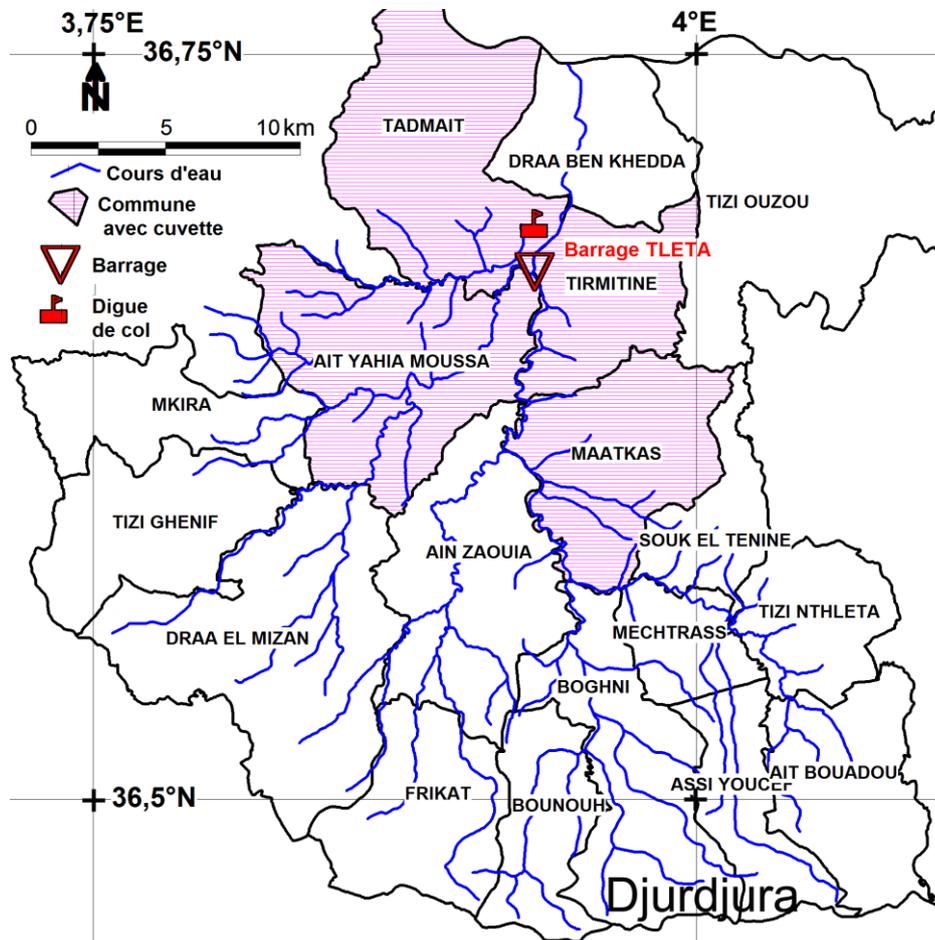


Figure 2: Localisation du barrage de Souk N'Tleta et des communes dans lesquelles se site son plan d'eau.

Une station hydrométrique a fonctionné à ce niveau de 1972 à 1992 pour les mesures des débits liquides et solides.

La cuvette du barrage s'étalera sur les communes de Tadmaït, Maatka, Ait Yahia Moussa et Tirmatine. (Figure n°2)

### **I-3- DESCRIPTION DU BARRAGE ET SES DIFFÉRENTS OUVRAGES ANNEXES**

Le barrage de Souk N'Tleta est de type barrage en remblais zonés de 95m de hauteur sur la fondation et une longueur au couronnement de 156 m environ. Le niveau de la crête est à la cote 130.70m NGA et la largeur de 10m.

Il est composé : (voir les figures n° 1 - 3 - 4 et 5)

- d'une digue principale en remblais ou barrage proprement dit;
- d'une digue de col en remblais également ;
- d'un évacuateur de crue ;
- des galeries de dérivations ;
- des galeries d'injections et de prospection ;
- d'un écran d'étanchéité souterraine sous forme d'une paroi moulée ;
- d'un écran d'étanchéité souterraine par injection ;
- de forages de drainage ;
- de voies d'accès, logements et bureaux pour les gestionnaires du barrage ;
- déviations des routes nationales (RN12) et de wilaya (CW 128) (figure 6).

#### **La digue ou barrage principal : (voir figure 3 à 5)**

La digue sera constituée en géomatériaux meubles avec :

- noyau central en colluvions argileuses.
- recharge à l'amont en alluvions graveleuses-sableuses (0/200).
- recharge à l'aval en blocs de grès (0/200).
- parement amont constitué d'enrochement en calcaire dont les blocs varient entre 150 et 750 cm.
- la protection aval sera réalisée en terre végétale provenant du décapage des zones d'emprunts.

Elle est caractérisée principalement par:

- Une hauteur de 95m.
- Une cote de la crête : 130.70NGA.
- Une longueur en crête : 156 m.
- Une largeur de la crête : 10 m.

#### **La digue de col :**

La digue de col d'une hauteur de 25m, permet de fermer la retenue dans son extension en rive gauche, où cette zone est plus basse en altitude que la hauteur de la digue principale. Elle repose sur des marnes (grises) compactes du Miocène. Elle est réalisée en remblais zonés comme pour la digue principale.

- un déversoir latéral de 126m de longueur à la cote 122 m NGA.

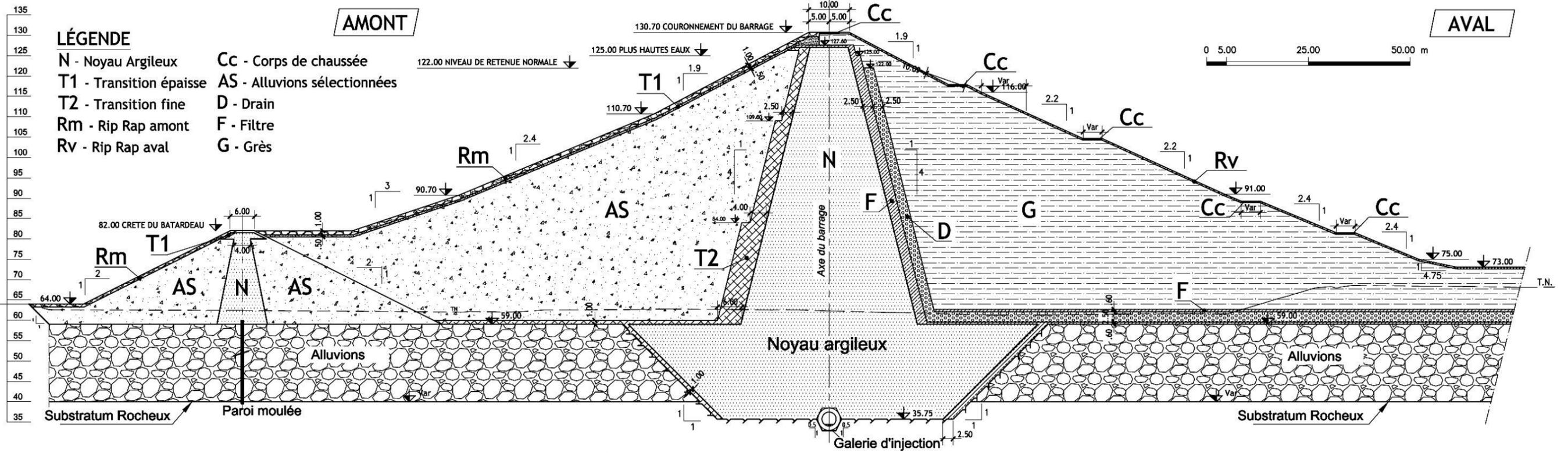


Figure 3: Barrage du Souk N'Tleta avec ses digues et plan d'eau et coupe type montrant la position et la nature des matériaux utilisés

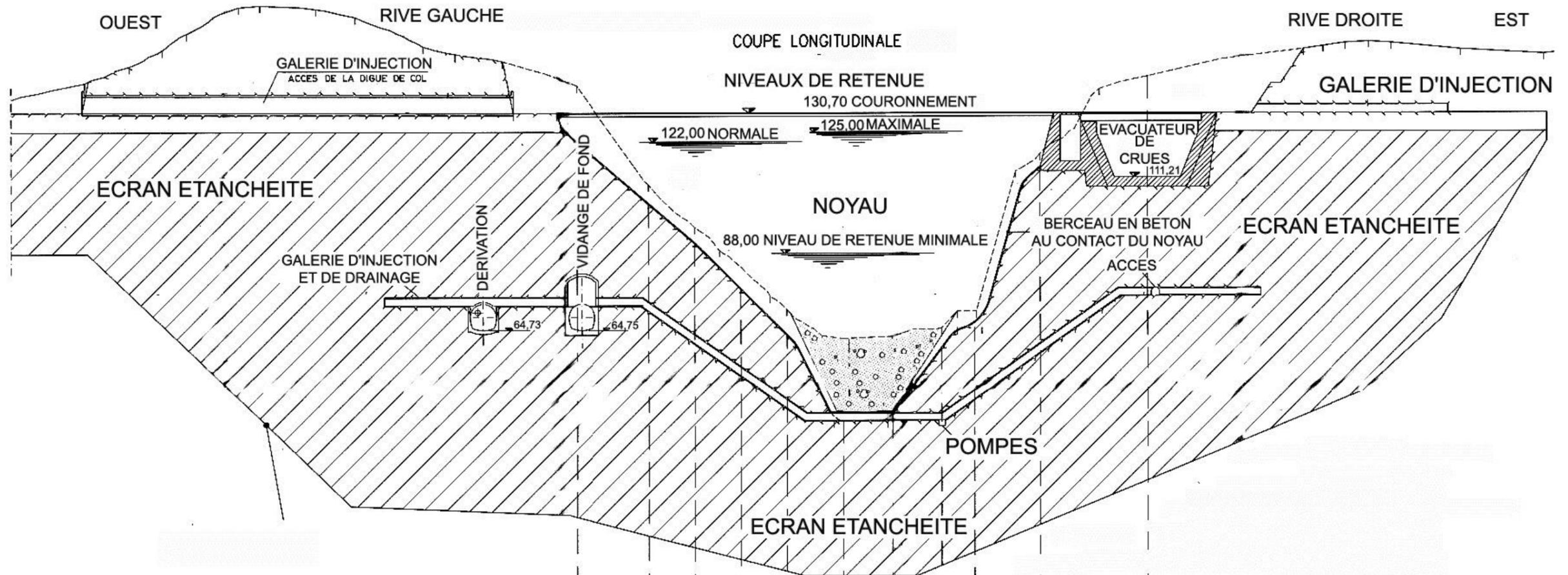


Figure 4 : Coupe Longitudinale Est-Ouest du barrage Souk N'Tleta et ses annexes (APD)

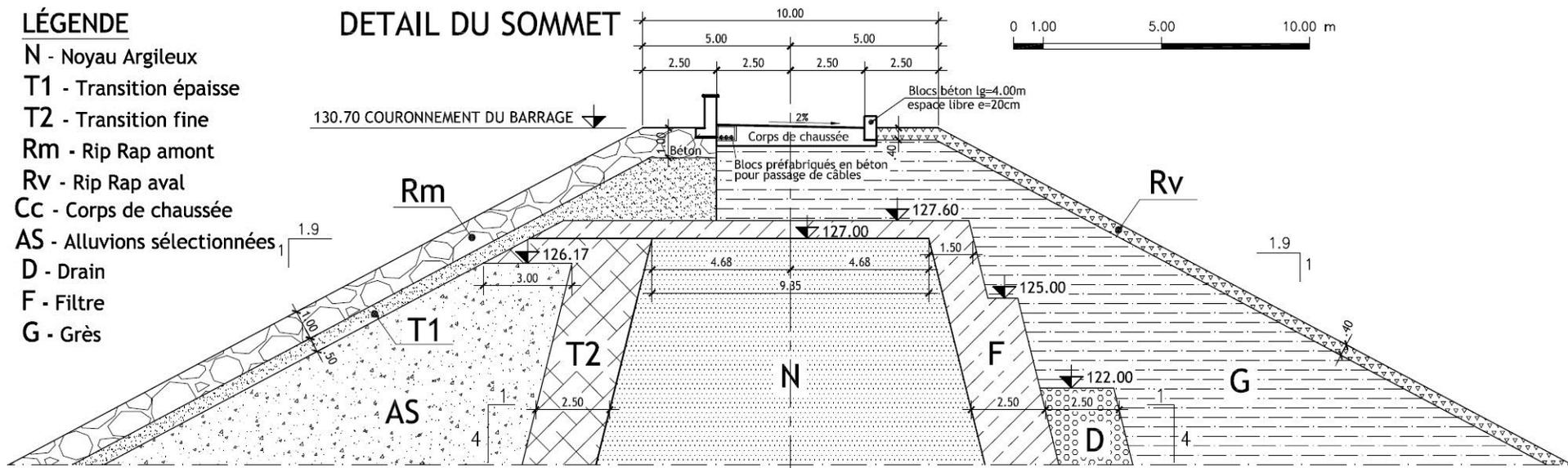


Figure 5 : Détail de la digue principale du barrage Souk N'Tleta.

### **L'évacuateur de crue :**

Cet ouvrage est dimensionné pour une crue maximale de  $1\,840\text{m}^3/\text{s}$ . réalisé en rive droite. Il comprend : (voir la figure 4)

- un coursier dont le profil en long de forme parabolique, commence à la cote 111.5 m NGA avec une largeur de 20m et se termine après 258.5m de longueur à la cote 58m NGA avec une largeur de 40m.

- un bassin d'amortissement constitué par double bassin à la cote 58 - 60 m NGA pourvu d'une série de redans pour favoriser le ressaut de l'eau et la dissipation d'énergie.

### **Galeries de dérivation :**

La dérivation des écoulements du cours d'eau pendant la phase des travaux sera assurée par les deux ouvrages de dérivation provisoire (DP1 et DP2) ayant une forme intérieure polycentrique de 8m de diamètre creusées en rive gauche pour évacuer la crue du chantier dont le débit est estimé à  $1090\text{ m}^3/\text{s}$  :

- Dérivation provisoire 1 (DP1) : Cet ouvrage adossé à la rive gauche, en amont du barrage, entre la DP2 et le lit de l'Oued Bougdoura. Elle est constituée d'une galerie souterraine de 338.26m, d'une galerie à l'air libre de 26.26 m de long et d'un chenal de 71.45m de long.

- Dérivation provisoire 2 (DP2) : Située du côté du talus de la rive gauche, elle est constituée d'une galerie souterraine de 348.1 m de long, d'une galerie à l'air libre de 26.29 m et un chenal de 10.31 m de long.

A la fin des travaux, ces deux dérivation seront transformées en galerie de vidange de fond (DP1) et galeries de restitution (DP2). (Voir figure n°4)

### **Galeries d'injections et de prospection.**

Un système de galeries d'injection et de drainage, pour l'écran d'étanchéité du barrage, de 1.75m de rayon, sera implanté sous le berceau (centre de la digue). elle traversent la digue et les deux galeries de dérivation en rive gauche et sous le déversoir en rive droite.(figure n°4).

Deux autres galeries d'injection sont implantées, à hauteur du niveau maximum d'eau, en rive droite et en rive gauche. Cette dernière servira d'accès à la digue de col. (Figure n°4).

### **Ecrans d'étanchéité, forages et galeries de drainage (Figure 3 et 4)**

#### **➤ Ecran d'étanchéité par injection :**

Il est conçu dans le but de prolonger latéralement et en profondeur la retenue constituée par le noyau du barrage, afin de limiter les infiltrations vers l'aval.

L'écran d'étanchéité est réalisé par injections de coulis de béton à partir du berceau à la base du noyau du barrage et des galeries d'injection.

#### **➤ Ecran d'étanchéité sous forme de paroi moulée (Figure 3 )**

La paroi moulée située sous le batardeau amont, elle sert à étanchéifier la base du lit de l'oued, qui est constitué d'alluvions, pour limiter les venues d'eau lors des excavations pour l'implantation du noyau argileux constituant le cœur de la digue principale qui sera ancré dans les schistes imperméables (figure 3)

### ➤ Forages et galeries de drainage :

Les galeries d'injection serviront pour le drainage des eaux de la digue avec les forages qui permettront de faire un suivi de la piézométrie.

### Routes, voies et galeries d'accès :

L'accès aux différents ouvrages du projet s'effectue par un réseau de routes et de galeries. On en distingue :

- Route d'accès à la digue de col.
- Route d'accès au hangar de dépôt.
- Galerie d'accès à la digue de col et d'injection la cote 130.7 NGA en rive gauche.
- Galerie d'accès à la galerie d'injection se trouvant sous l'évacuateur de crues en rive droite.

### Déviations des routes nationales (RN25) et de wilaya (CW 128)

Ce sont des axes de circulation importants pour le trafic routier dans la région. Ils seront touchés par le niveau d'eau de la retenue du barrage. De ce fait, ces routes seront déviées avec réalisation de nouveaux tracés comportant un viaduc qui enjambera le plan d'eau au dessus de l'Acif Tala Imedrene et d'un tunnel. (Figure 6)

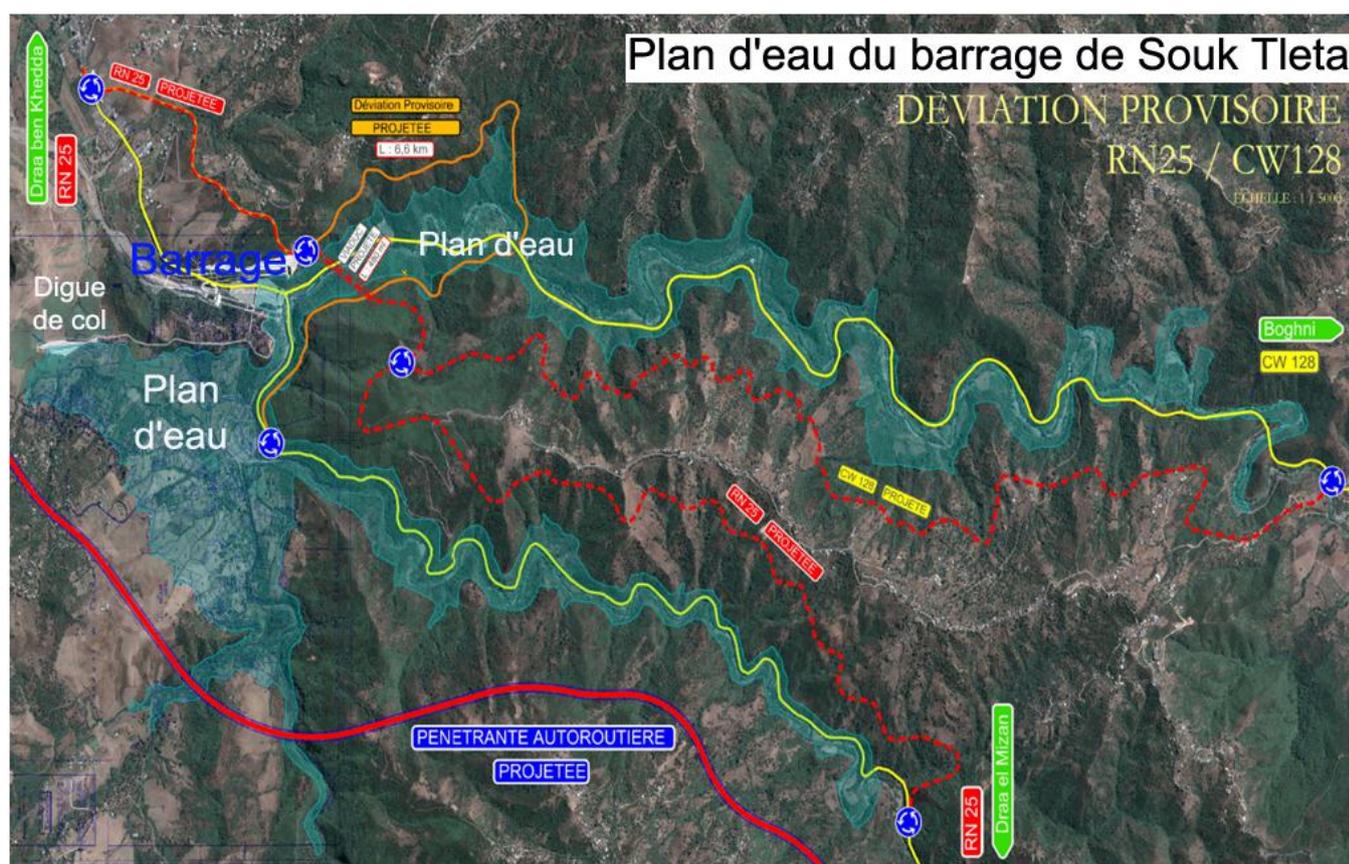


Figure 6 : Extension du plan d'eau du barrage de Souk N'Tleta et déviation des routes RN 25 (en rouge) et CW 128 (en jaune) (ANBT)

Les caractéristiques générales du projet de barrage de Souk NTleta sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Caractéristiques hydrologiques, dimensionnelles du barrage principal, digue de col, évacuateur de crue, dérivation provisoire, galerie de vidange et de la tour de prise du projet de barrage de Souk NTleta.

<b>HYDROLOGIE</b>		
Surface versant	S	465 km <sup>2</sup>
Pluviométrie moyenne	P <sub>m</sub>	550mm
Module de l'apport annuel	A <sub>am</sub>	150 Mm <sup>3</sup>
Débit de la crue décennale 1/10.000	Q <sub>10.000</sub>	1800m <sup>3</sup> /s
Le volume de la crue 1/10.000	V <sub>10.000</sub>	42,2 M m <sup>3</sup> .
Apport spécifique moyen		322 mm (10 1/s/k1n2)
Périmètre	LP	100 km
Indice de compacité (bassin circulaire C = 1)	C	1.31
Longueur du rectangle équivalent	LR	38 km
Longueur du thalweg principal	LT	33 km
Altitude maximale	HM	2164 m
Altitude minimale	Hm	64 m
Altitude moyenne	H moy	529 m
Débits solides	Q s	0.37 hm <sup>3</sup> /an
<b>BARRAGE PRINCIPAL</b>		
Longueur en crête	L <sub>C</sub>	156 m
Hauteur barrage	H <sub>Brr</sub>	93.70 m
Volume barrage	V <sub>Bar</sub>	1.133.800 m <sup>3</sup>
Côte de la crête	Z <sub>C</sub>	130.70 -NGA
Côte des plus hautes eaux	Z <sub>PHE</sub>	125- NGA
Côte de la retenue	Z <sub>RN</sub>	122 NGA
Côte minimale de la retenue	Z <sub>MIN</sub>	88 NGA
<b>DIGUE DE COL</b>		
Longueur en crête	L <sub>C</sub>	448 m
Côte de la crête	Z <sub>C</sub>	130.70-NGA
Hauteur de la digue	H <sub>Brr</sub>	16 m
Talus amont- aval	H/V	2.5/1
Volume de la digue	V <sub>Bar</sub>	192.500 m <sup>3</sup>
<b>EVACUATEUR DE CRUE- en rive droite</b>		
Longueur seuil	L <sub>Seuil</sub>	126 m
Largeur coursier amont	l <sub>Cou.amt</sub>	20m
Hauteur des murs bajoyers du bassin	Hmb	15 m
<b>DERIVATION PROVISOIRE : 2 DP- Φ 8m après bétonnage</b>		
Longueur DP-DP2	L <sub>Dp</sub>	365m
Débits max de DP1et DP2 à la cote 80NGA crête batardeau	Q <sub>1max</sub>	1200m <sup>3</sup> /s
<b>TOUR DE PRISE D'EAU</b>		
Tour de prise adossée sur toute la rive gauche		
Cote sommet tour de prise	Z <sub>tour</sub>	130.70 GA

## **Chapitre II :**

### **Aperçus géographique, géologique, hydro-climatologique et hydrogéologique de la région et du site du Barrage Souk N'Tleta (wilaya de Tizi-Ouzou)**

## CHAPITRE II

### **Aperçus géographique, géologique, hydro-climatologique et hydrogéologique de la région et du site du Barrage Souk N'Tleta (wilaya de Tizi-Ouzou)**

#### **II-1- APERÇU GÉOGRAPHIE DE LA RÉGION DU BARRAGE DE SOUK N'TLETA:**

##### **TOPOGRAPHIE DU SITE DU BARRAGE : (VOIR LA CARTE DE LA FIGURE 07)**

Dans la zone d'implantation du barrage principal, le niveau du lit mineur de l'oued Bougdoura est situé à la cote 65m NGA environ. La largeur du lit alluvial est de 45- 50 m environ. La vallée présente une section dissymétrique. Le versant de la rive gauche a une inclinaison de 35° et culmine sur une colline à la cote 178m NGA. Celui de la rive droite monte avec des pentes plus raides jusqu'à la cote 234m NGA sur la ligne de partage des eaux entre la vallée de l'Acif Mogdoul et celle de l'Acif Tala Imedrane. Les versants des appuis de barrages sont constitués par des roches gréseuses tendres et perméables.

En amont du site du barrage, la retenue intéressera les vallées de l'Acif Tala Imedrane et de l'Acif Souk N'Tleta, qui s'écoulent en gros dans le sens Sud vers le Nord, jusqu'à leur confluence à Souk N'Tleta , en traversant des formations cristallophylliennes. La retenue s'étendra également vers la vallée de l'Oued Aguergour, affluent de l'Acif Souk N'Tleta à l'ouest, qui s'écoule en direction W-E entre une région de pélites et de grès burdigaliens.

En aval du site de Barrage, la vallée est plus large et forme une plaine alluviale de plus de 500m de largeur, flanquée par deux versants d'inclinaison faible ou affleurent des pélites.

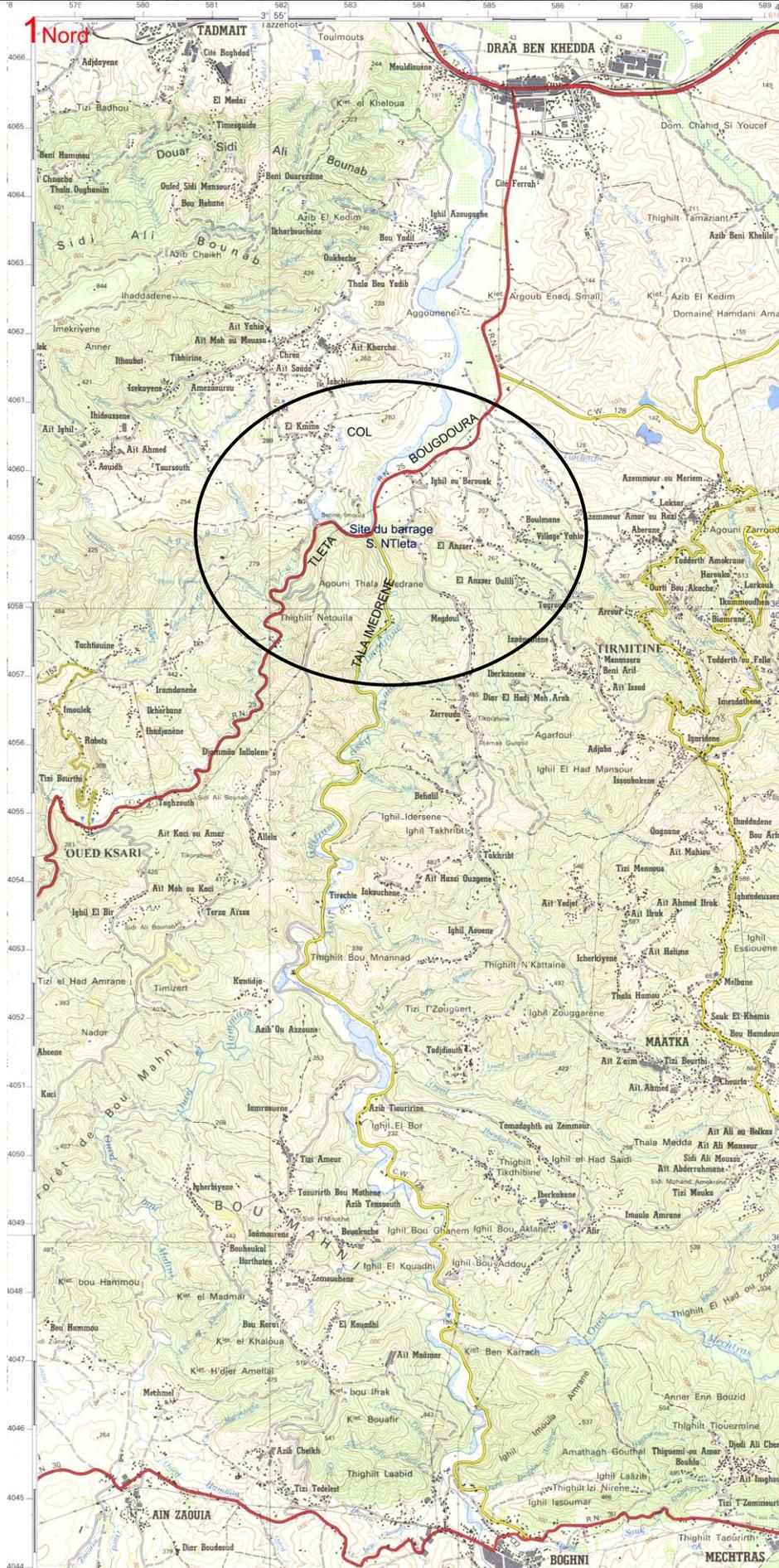


Figure 7 : Carte du site du barrage de Souk N'Tleta et du réseau hydrographique (extrait de la carte topographique au 1/50 000 INCT).

## II-2- APERÇU GÉOLOGIQUE

### II-2- 1- GÉOLOGIE GÉNÉRALE DE LA RÉGION D'ÉTUDE :

La région d'étude est située, du point de vue géologique dans l'Algérie du Nord qui est lié à l'orogène alpin périméditerranéen d'Afrique du Nord. (Figure n° 8)

Les terrains affleurant sur ce territoire sont constitués de diverses formations géologiques d'âges différents comme décrits dans le Livret des Ressources minérales de la wilaya de Tizi-Ouzou. (Ziani et Arkoub 1994). Ce sont essentiellement :

- 1) le socle kabyle et sa couverture paléozoïque;
- 2) la dorsale kabyle ou chaîne calcaire;
- 3) l'Oligo-Miocène Kabyle (OMK);
- 4) les nappes de flyschs;
- 5) le Miocène post-nappe;
- 6) le Quaternaire.

#### A. Le Socle Kabyle

Il est constitué de terrains métamorphiques qui affleurent en grande partie dans la zone centrale et sud du territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou, à la limite du flanc nord du Djurdjura. Il est subdivisé en trois ensembles structuraux, superposés de bas en haut:

**1- Un socle gneissique** fortement métamorphique, composé de «noyaux », avec des gneiss fins, localement migmatitiques, auxquels sont superposés des gneiss oeillés à microcline, biotite, plagioclase, muscovite.

**2- Une série de schistes satinés**, faiblement métamorphisés. Il s'agit de séricito-schistes et de chlorito-schistes au sein desquels s'intercalent des porphyroïdes œillés. La base de cette série est très diversifiée et comporte, de haut en bas, des marbres, des quartzites, des séricito-schistes et des amphibolites;

**3- Des schistes argileux et silteux**, peu ou pas métamorphiques.

#### B. La Dorsale Kabyle ou Chaîne calcaire

La chaîne du Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la Dorsale Kabyle. Elle s'étend sur près de 50 km d'Ouest en Est, et culmine à 2308 m (Lalla Khedidja). Elle se dresse comme une barrière entre les formations du socle métamorphique au Nord et celles du Crétacé tellien au Sud. Ce sont les formations calcaires liasiques ou localement celles de l'Eocène qui déterminent ses principaux reliefs.

Le site de la carrière de Keddara, lieu d'emprunts des agrégats, appartient au même ensemble géologique.

Les terrains qui constituent cette unité structurale sont d'âges divers:

##### 1- Carbonifère

Les formations qui constituent la chaîne du Djurdjura débutent par des dépôts carbonifères qui surmontent immédiatement les schistes cristallins.

Le Carbonifère est représenté par une puissante série (environ 500 m) de dépôts, où l'on peut distinguer de bas en haut trois ensembles principaux:

- Des schistes gris ou gris-verdâtre, à rares intercalations de grès fins micacés et de lydiennes.
- Une alternance de schistes micacés, de psammites à débris végétaux, de grès généralement fins.
- Un ensemble assez semblable au précédent, mais où les grès deviennent plus grossiers, passant même dans la partie supérieure de l'assise à des poudingues à petits galets de quartz.

## 2) Permo- Trias et Trias

Ils sont représentés par des formations "continentales" formées essentiellement par des grès siliceux rouges, des calcaires en gros bancs ou lits, parfois en plaquettes, où dominent les calcaires dolomitiques mais dont les termes caractéristiques sont des calcaires vermiculés.

## 3) Lias

Il est subdivisé dans la Dorsale en:

### a-Infra-Lias inférieur

Les dépôts de l'infra-Lias et du Lias inférieur sont représentés pas des cargneules et dolomies, des calcaires dolomitiques jaunâtres qui se poursuivent par environ 100 à 400 m de calcaires massifs, de teinte grise claire à pâte fine, grain fin et parfois oolithique.

### b- Lias supérieur

Ces dépôts se distinguent nettement du Lias inférieur. Ils sont représentés par un ensemble de calcaires en dalles à silex, de faciès variés, de marno-calcaires et de marnes.

## 4) Crétacé

Les dépôts du Crétacé sont constitués de marnes, d'argiles et de grès.

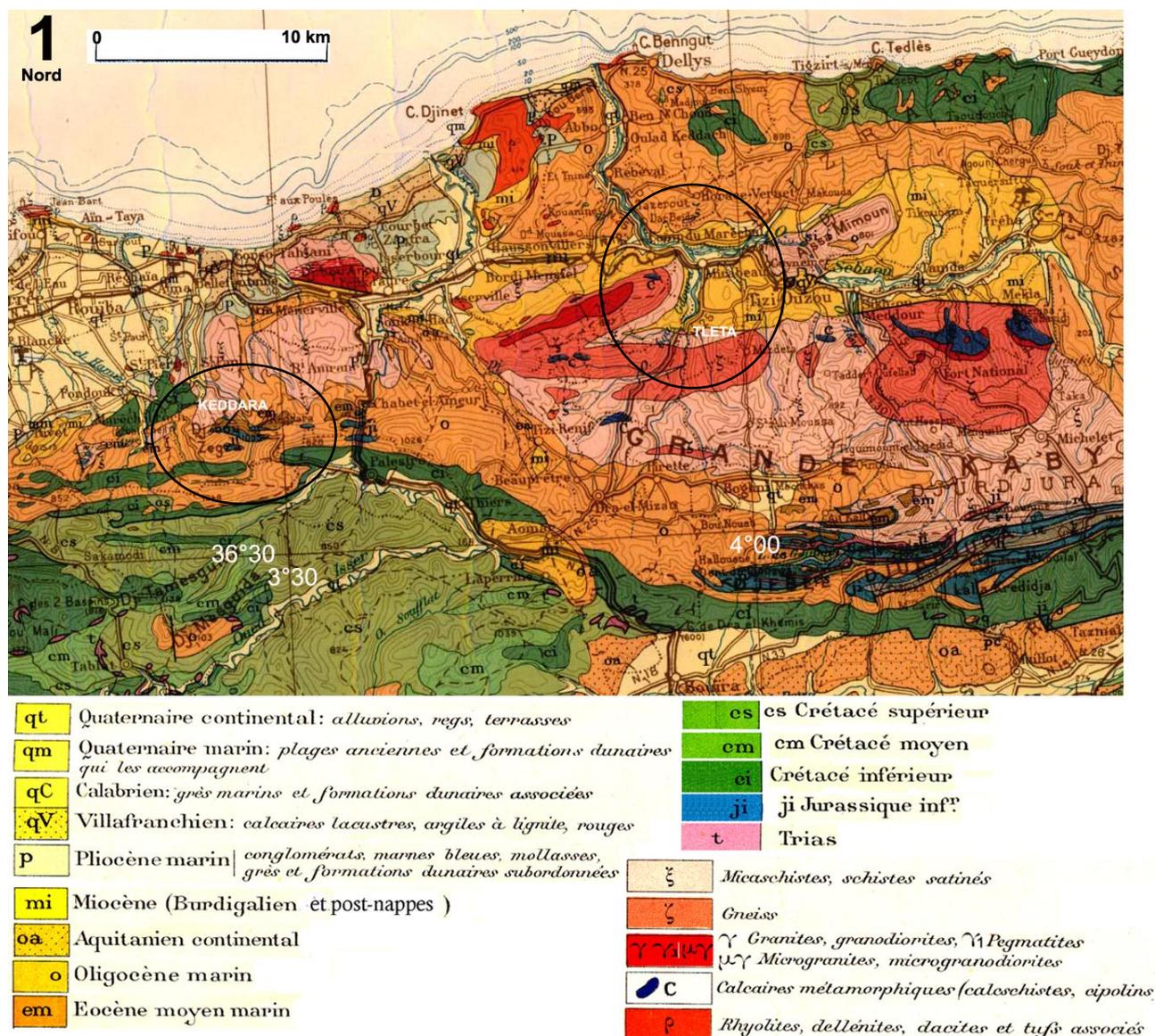


Figure 8 : Carte géologique englobant la région du barrage de Souk N'Tleta et des carrières de Keddara (Extrait de la carte géologique au 1/500.000 de 1952).

### **5) Eocène (Lutétien)**

Les dépôts de cette période sont représentés essentiellement par de petits bancs de calcaires jaunes, surmontés par des calcaires massifs à nummulites. Au sommet, ces calcaires montrent progressivement des grains de quartz et passent à des calcaires franchement gréseux et des conglomérats à grands foraminifères.

### **6) Oligocène**

Les dépôts de l'Oligocène sont de nature essentiellement détritique. Ils sont tout à fait comparables à un flysch, allant des conglomérats les plus grossiers à des argiles schisteuses de teinte sombre, en passant par toute une gamme de grès variés dans lesquels s'intercalent plusieurs niveaux de calcaires.

Sur le versant nord du Djurdjura, l'Oligocène est représenté par des grès tendres, de faciès assez particulier, connus sous le nom de "grès de Drâa -el-Mizan" dans la partie amont de la cuvette du barrage. Ces grès sont jaunâtres ou ocracés à ciment calcaire ou argileux, généralement friables. Ils sont fréquemment micacés et montrent parfois des traces charbonneuses de plantes ou de petits amas lenticulaires de lignites. Les bancs constitués de ces grès sont séparés par des intercalations de marnes sableuses et de marnes qui deviennent quelquefois prédominantes. L'épaisseur de cette formation peut atteindre ou même dépasser 1000m.

## **C. L 'Oligo-Miocène Kabyle**

C'est une formation conglomératique et gréseuse, transgressive, comprenant des éléments du Socle Kabyle et de la Dorsale Kabyle qui s'est formé pendant l'Aquitano-Burdigalien, qui repose en discordance sur le socle kabyle métamorphique. Elle passe vers le haut à un olistostrome à blocs divers de flysch créacé, recouvert par les nappes de flyschs Nord Kabyles.

### **D. Les nappes de flyschs**

Elles sont à matériel créacé et nummulitique et s'empilent en couches pelliculaires, charriées sur les zones externes, et plus rarement sur les zones internes, comme c'est le cas pour le Nord de la Kabylie. Dans ces unités structurales, on distingue les : flyschs numidiens, les flyschs massyliens, le flysch du Haut Sebaou-Azazga, le flysch de port Gueydon et le flysch maurétanien.

### **E. Le Miocène post-nappe**

Ce sont des terrains d'âge Miocène déposés postérieurement à la mise en place des nappes. Les terrains de cet ensemble occupent un vaste synclinorium qui s'étend sur près de 80 km d'Est en Ouest (Tizi Ouzou se place au centre du bassin). A l'Est il arrive au méridien d'Azazga. Il est représenté par des conglomérats (100 à 250 m d'épaisseur), d'une formation molassique gréso-marneuse (250m) et d'une formation argilo- marneuse (500m au maximum).

### **F. Le Quaternaire**

Il est représenté par des faciès variés. Dans les vallées, il se développe avec des cailloutis, les alluvions (anciennes, récentes et actuelles) de blocs polygéniques, des colluvions (argiles et pelites).

Les grandes falaises calcaires du Djurdjura sont généralement bordées par d'importantes masses d'éboulis, fréquemment cimentés et se transforment en brèches. Elles sont très développées et s'étalent en cône de déjection dans la dépression de Boghni et de Mechtras.

## II-2-2- GÉOLOGIE DU SITE DU BARRAGE SOUK N'TLETA

Les formations géologiques de la région du barrage sont constituées par des phyllades du socle, des grès, conglomérats et marnes du Miocène, et par des poudingues, alluvions et colluvions plio-quadernaires :

### a) Les phyllades

Dans le socle de la région, la description géologique et pétrographique de ces terrains définit des gneiss, des micaschistes, des schistes (phyllades) et des quartzites ainsi que des marbres. Les schistes occupent de vastes surfaces de la cuvette du barrage.

Les phyllades affleurent immédiatement à l'amont de la gorge de Souk Tlata sur les rives de l'Oued Bougdoura et sont représentées par des schistes séricitiques et chlorito-graphiteux noirâtres avec veines de quartz. Les sondages les ont traversés à ces niveaux et dans l'axe de l'oued et de l'axe du barrage. (Figures 9 et 10).

### b) Grès Miocène :

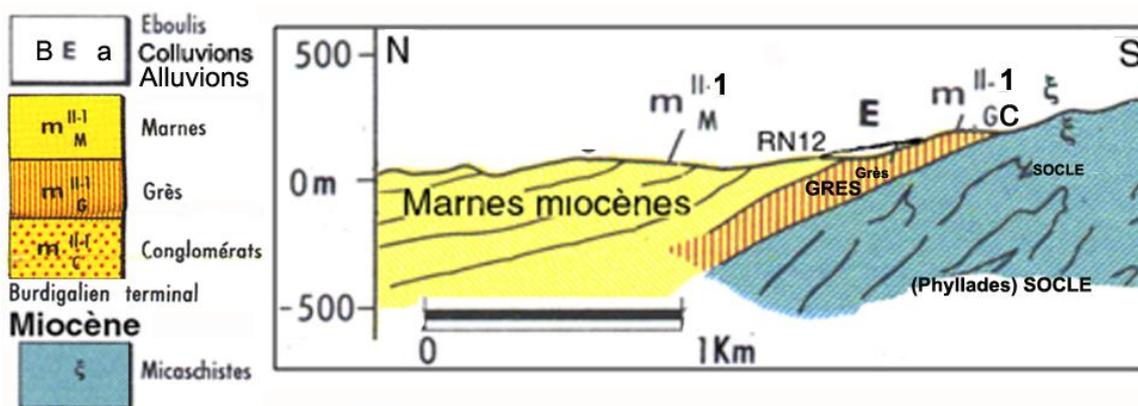
Dans la zone du barrage les grès du Miocène constituent les deux appuis du barrage.

Les formations du Miocène sont connues dans la littérature sous le nom de «Miocène post-nappe» (DURAND Delga1969; Raymond.1976; Gelard.1979 et Coutelle.1979). (Figure 9). Il s'agit d'une formation gréseuse transgressive sur le socle. Le contact de base est une surface de ravinement.. Il débute souvent par des conglomérats de base transgressifs sur le socle cristallin, constitué de galets peu roulés, de volumes variables ayant comme origine le socle cristallin (galets de gneiss, de granites, de paragneiss, de micaschistes, de marbres ) de quartz filonien. L'épaisseur des conglomérats est variable. Le maximum observé ne dépasse pas une vingtaine de mètres.

Les conglomérats passent progressivement vers le haut à une molasse dont l'épaisseur est assez importante. Le matériel détritique provient essentiellement du socle avec des grains de feldspaths, de quartz et de fragments de roches métamorphiques.

Le Burdigalien présente deux facies qui passent latéralement de l'un à l'autre :

- grès plus ou moins fins, tendres, à ciment carbonaté et pélites plus ou moins carbonatées.



Quaternaire Eboulis, colluvions et alluvions (alluvions récentes FY, actuelle FZ et anciennes FX) - Burdigalien (Miocène post-nappe):  $m^{II-1}_M$ : marnes.  $m^{II-1}_G$ : Grès -  $m^{II-1}_C$ : Conglomérats

Figure 9 : Coupe synthétique NS du Miocène sur les phyllades du site du barrage Souk N'Tleta. (Raymond 1976)

### - Pélites burdigaliennes :

Ce sont des argiles très consistantes, feuilletées à écailleuses, gris-bleuâtre. Elles affleurent en aval du site du barrage surtout dans la vallée de l'Oued Aguer gour, suivis de grès fins siltites et pelites en alternance.

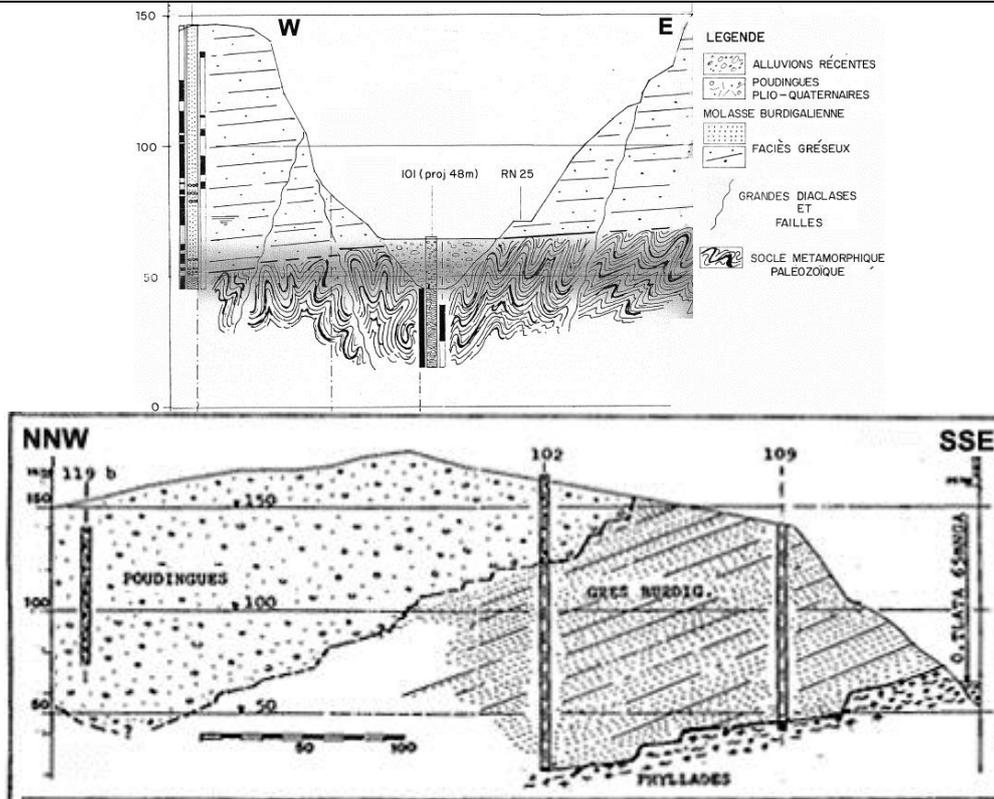
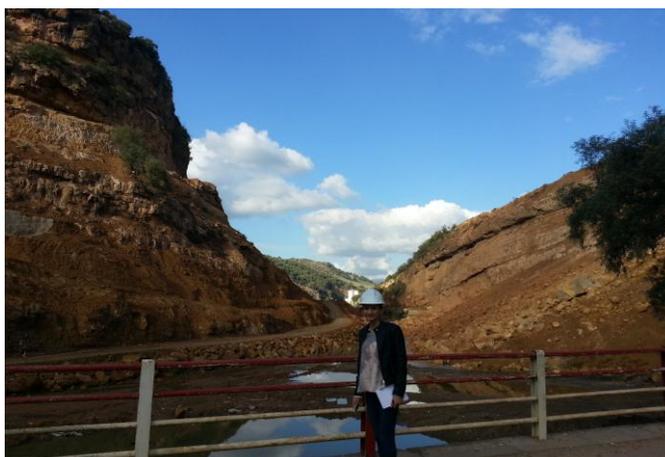


Figure 10 : Coupes géologiques (NNW-SSE et W-E) des rives et axe de l'Oued Bougdoura. (APD)



Nord ————— Sud

Photographie 1: Site du barrage Souk NTleta entre les niveaux de grès du Miocène : couches de grès à pendage nord (recouvertes de béton projeté en haut) et socle de schistes à la base

### c) Le Plio-quaternaire

#### 1- Poudingues pliocènes

Les formations burdigaliennes sont recouvertes par des dépôts conglomératiques (poudingues) déposés par un ancien cours d'eau. Ils occupent une surface importante dans la colline d'appui du barrage en rive gauche et remplissent une vallée épigénétique profonde. En surface, l'altération les a transformés en un sol graveleux- sableux avec une matrice importante limo-argileuse, tandis qu'en profondeur il est compacte.

#### 2- Débris de pente

Ce sont des dépôts hétérogènes, pierreux, limoneux, produits par des anciens éboulements des hautes falaises gréseuses. Ils sont situés immédiatement en amont de la confluence entre l'Acif Souk N'Tleta et l'Acif Tala Imedrane.

#### 3- Colluvions :

Ce sont des produits de remaniement par des mouvements de masse superficiels, qui intéressent surtout les pélites burdigaliennes, affleurantes en aval du site du barrage.

#### 4- Eluvions :

Ce sont des produits d'altération argilo-limoneux plus ou moins détritiques, de couleur rougeâtre, provenant de tous les lithofaciès affleurant dans la zone du barrage.

#### 5- Alluvions (Fx, Fy, Fz):

Elles constituent les sédiments du lit des oueds. A la surface, elles sont constituées par du tout-venant. Du point de vue pétrographique, les éléments sont, dans une mesure prépondérante, des gneiss et des Q-pegmatites ; suivent les calcaires, les micaschistes et les grès.

### II-2-3- TECTONIQUE ET FRACTURATION :

Les conditions géologiques et structurales de détail du site de Souk N'Tleta sont illustrées dans la carte géologique du site (figure 11).

Les conditions structurales forment une structure monoclinale des couches du Miocène (Burdigalien) plongeant vers le nord avec un pendage de 15-20°.

Ces formations gréseuses burdigaliennes par rapport au socle métamorphique constituent des Horsts' et Grabens due aux mouvements épirogéniques de la néotectonique distensive tardopliocène et post-astienne, qui intéresse même les poudingues pliocènes et les pélites (Raymond 1976).

Un réseau dense de failles subverticales affecte les grès, les poudingues pliocènes et les pélites. Les directions de plongement et les pendages de ces linéaments subverticaux, relevés par photographies aériennes, sont : (Carte figure 11)

- F1 : N090° ; F3 : N055°
- F2 : N160° ; F4 : N200°

### II-2-4- SISMICITÉ :

Selon les documents de l'ANBT, la zone du barrage appartient à une région sismotectonique de moyenne activité. Elle se trouve pas loin des grands bassins sédimentaires, subsidents encore aujourd'hui du Miocène inférieur (Chelif, Mitidja, Soummam, Hodna) qui sont le centre des foyers sismiques les plus dangereux de l'Algérie. En effet, le site du barrage n'est pas très distant des accidents tectoniques transversaux de direction N140° et N75° qui ont joué un rôle important dans le soulèvement des chaînes atlasiques comme les transversales de Bouira et de Djurdjura/ Bejaia.

G. Dubourdiou situe la zone concernée dans un couloir de probables risques sismiques dans sa carte relative à la sécurité antisismique du littoral Algérien. Par conséquent, il est possible que la zone du barrage de Souk N'Tleta puisse ressentir, bien qu'affaiblie par la distance, les secousses des séismes des régions sismotectoniques actives environnantes.

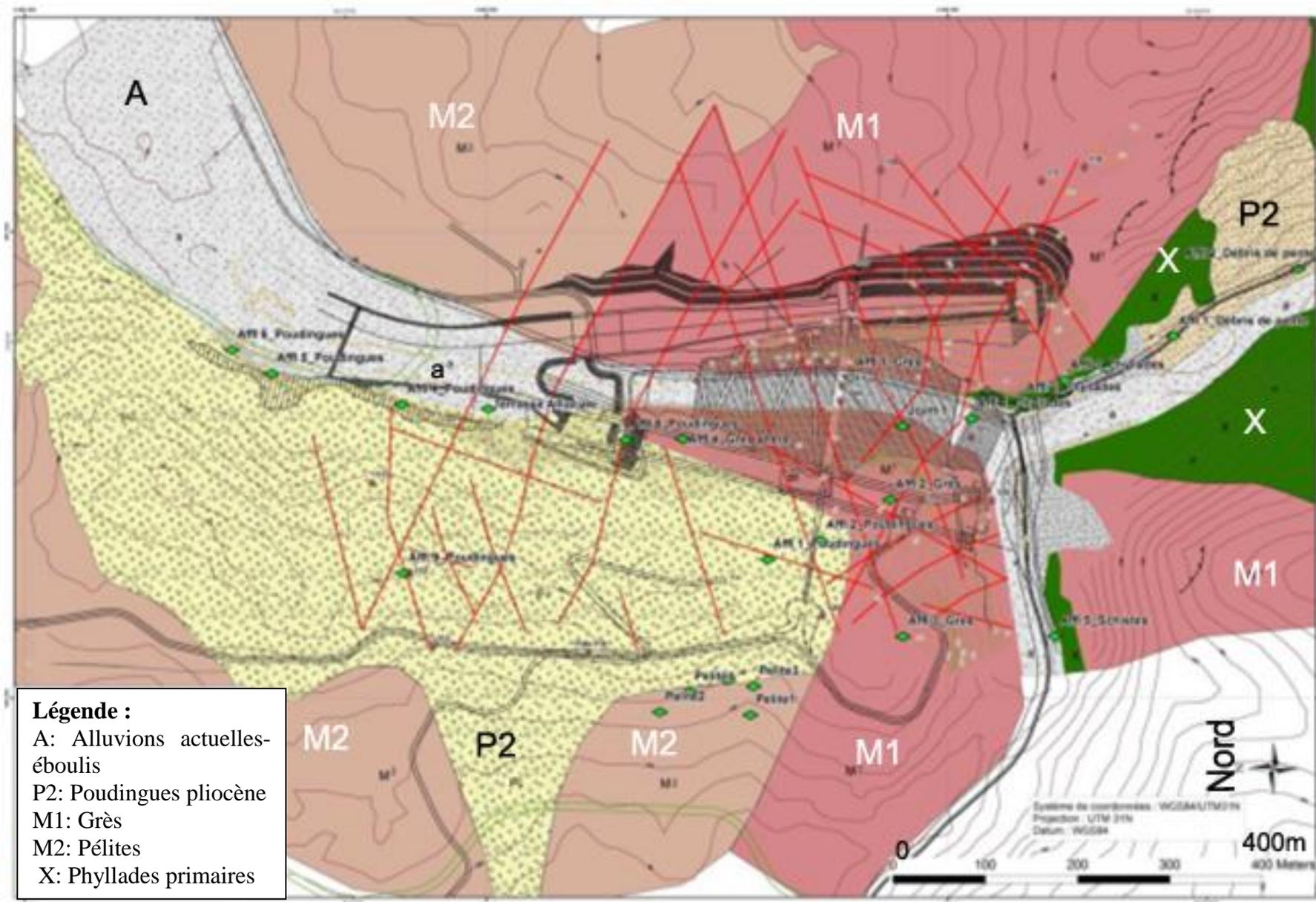


Figure 11 : Carte géologique et structurale du site du barrage Souk N' Tleta (ANBT).

## II-3- HYDRO-CLIMATOLOGIE

### II-3-1- LES CARACTÈRES HYDRO-CLIMATOLOGIQUES GÉNÉRAUX :

Les caractères hydro-climatologiques généraux du bassin versant de l'oued Bougdoura et du projet de barrage de Souk N'Tleta affluent du Sébaou sont, selon l'ANBT: (voir figure n° 12)

- Superficie du bassin versant (S) : 465 km<sup>2</sup>
- Périmètre du bassin versant (P) : 100km
- Pluviométrie moyenne annuelle (Pm) : 550mm
- Apports moyens annuels en eau des cours d'eau (A<sub>am</sub>): 150 Hm<sup>3</sup> (M = Million)
- Volume utile de la retenue : 77.5 Hm<sup>3</sup>
- Volume mort : 12.95 Hm<sup>3</sup>
- Volume total de la retenue : 90.45 Hm<sup>3</sup>
- Débit de la Crue de projet (décamillennale 1/10 000 ans) (Q<sub>10.000</sub>) : 1800m<sup>3</sup>/s
- Volume de la Crue de projet (décamillennale 1/10 000 ans) (V<sub>10.000</sub>) : 42,2H<sup>3</sup>
- Crue de projet (centennale 1/100) : 1090m<sup>3</sup>/s
- Débits max de DP1et DP2 à la cote 80NGA crête batardeau (Q1max= : 1200m<sup>3</sup>/s (DP : Dérivation provisoire en phase de travaux)

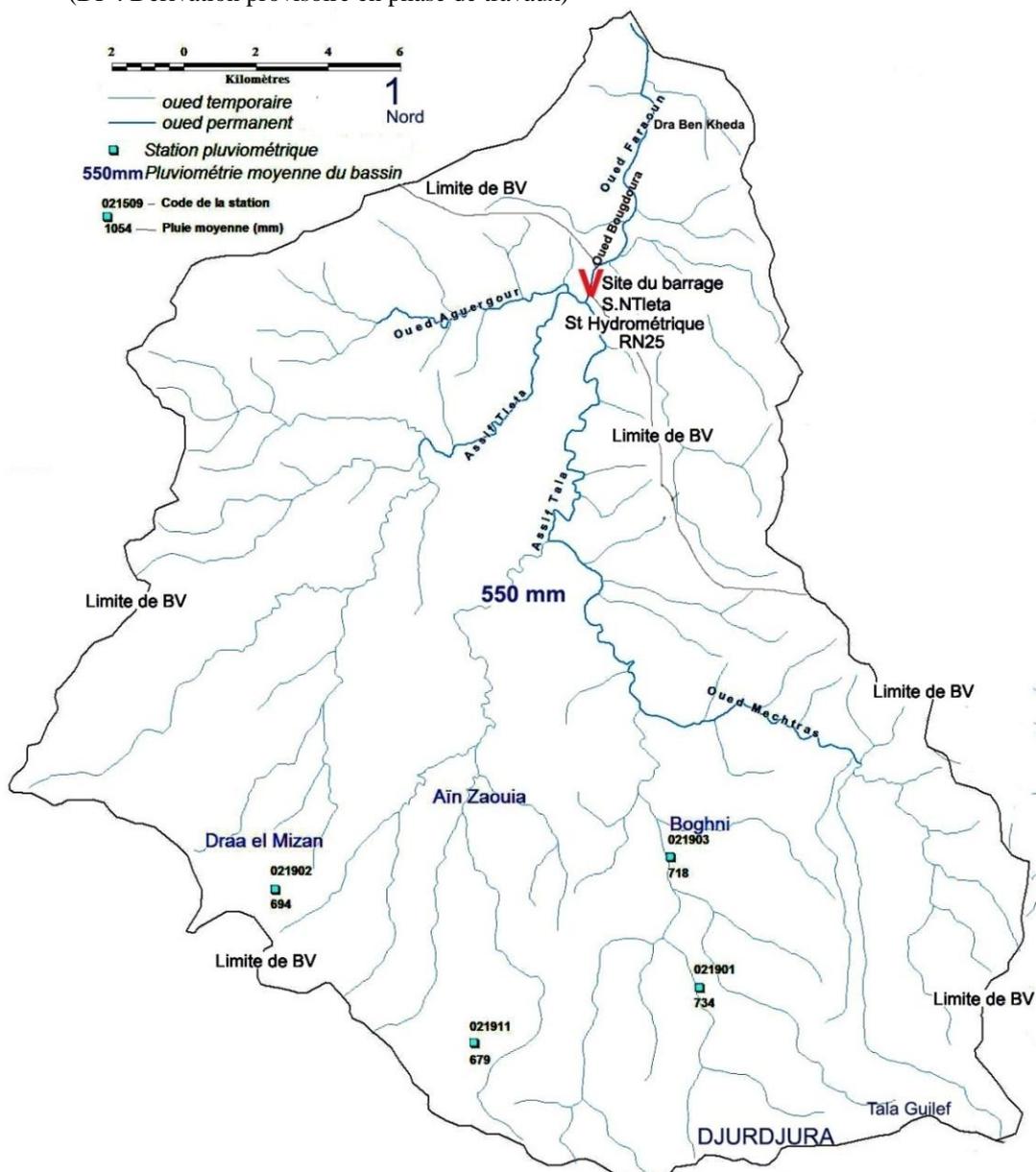


Figure 12 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant des Oueds du barrage de Souk N'Tleta avec les stations hydrométrique et pluviométriques.(ANRH)

Les conditions climatiques dans la région sont du type méditerranéen. Elles sont caractérisées par un hiver froid et humide et un été chaud et sec.

### II-3-2- LA PLUVIOMÉTRIE:

Les données pluviométriques issues des stations de Ain El Hammam (située à 1200 m d'altitude) et de Tizi-Ouzou (150 m), nous ont permis d'apprécier les apports au bassin versant.

#### a) Les précipitations annuelles:

Les totaux annuels des précipitations sont importants avec plus de 1 000mm/an à Ain El Hammam en relation avec la chaîne de montagne du Djurdjura. A Tizi-Ouzou on enregistre 750 à 780 mm/an.

Les précipitations annuelles montrent de grandes variabilités inter-annuelles (figure 13).

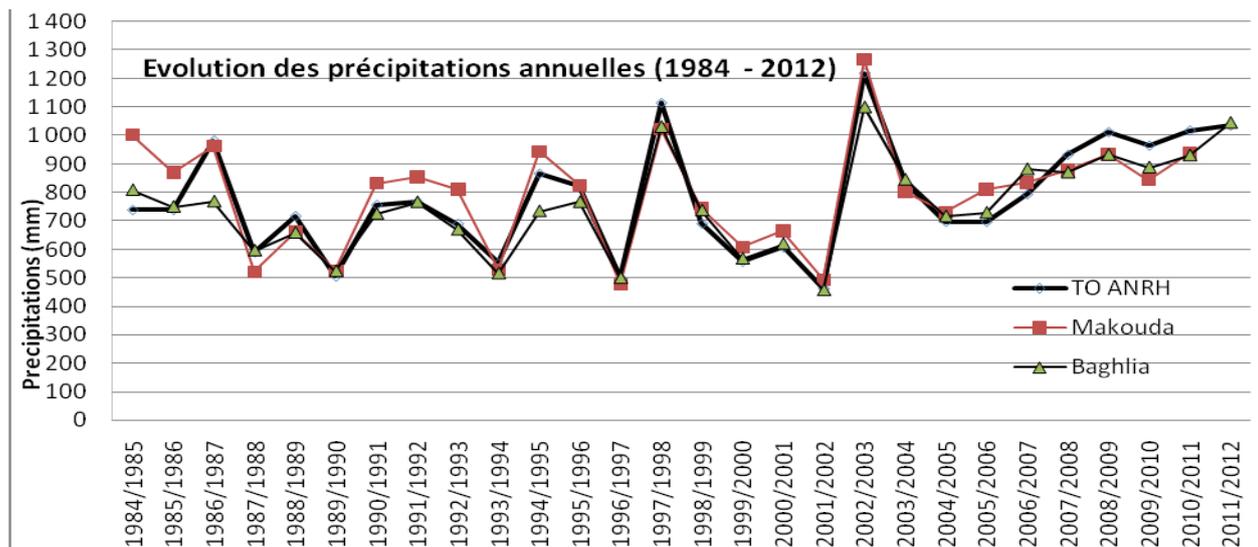


Figure 13 : Evolution des précipitations annuelles à Tizi-Ouzou, Makouda et Baghlia (1984-2012) (Aigoun 2014).

Les pluies enregistrées au niveau du BV sont comprises entre 500 et 1200 mm d'après la carte des pluies de l'Algérie du Nord de l'ANRH en période sèche (Figure 14 ci-dessous). La valeur de la lame d'eau annuelle moyenne des précipitations dans la région le barrage est de 550mm/an.

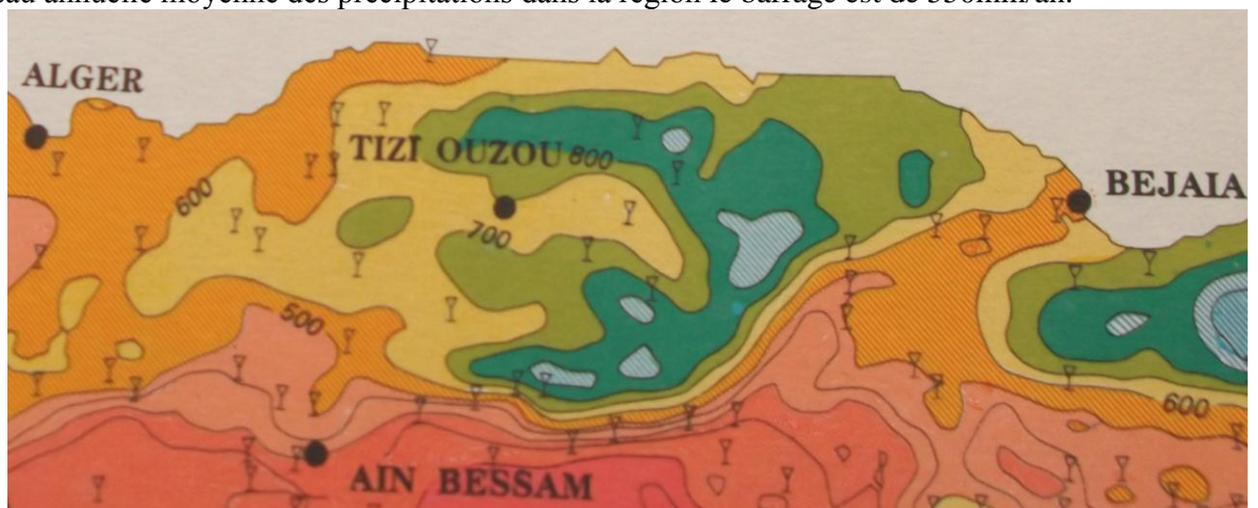


Figure 14 : Carte des hauteurs pluviométriques annuelles dépassées une année sur cinq en Année sèche : (ANRH)

**b) Les précipitations mensuelles:**

Les pluies moyennes mensuelles sont récapitulées dans le tableau 2 suivant:

Tableau 2 : Répartition des pluies mensuelles (mm)- données de la Station Tizi-Ouzou 1984-2012 (ONM-ANRH).

Mois	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	août	Total annuel Moyen	
Ain El Hammam	47,5	91,7	144,1	160,9	126,8	135,1	134,9	110,2	72,7	23,4	5,7	11,7	1064,7	
Tizi-Ouzou ONM	38,7	65,7	105,8	123,9	117,9	84,5	70,5	88,3	63,1	9,5	3,3	6,7	775,0	
Tizi-Ouzou ANRH	35,6	65,0	102,3	134,1	116,6	93,3	78,2	81,9	56,9	9,9	3,9	8,2	779,9	
TO Min	3,8	5,6	7,8	12,5	8,7	0,1	2,6	7,9	1,2	0,0	0,0	0,0	461,8	
TO Max	153,1	241,7	227,2	276,7	316,2	316,7	258,6	204,5	231,1	37,0	25,4	51,6	1 217,5	
Ecart-type	32,6	51,1	58,9	68,4	77,8	77,4	64,5	55,5	50,0	11,7	5,7	10,8	197,1	
P en %	4,5	8,3	13,1	17,2	14,9	11,9	10,0	10,5	7,3	1,3	0,5	1,1	100%	
% Nov à avril			77 %											

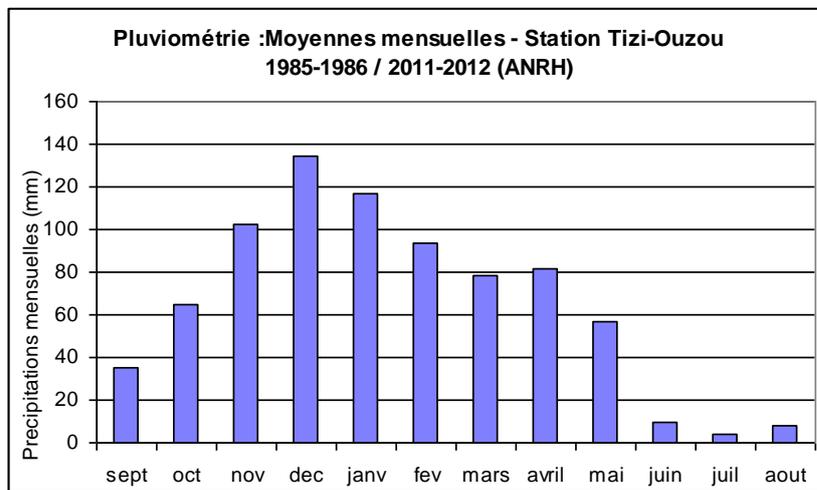


Figure 15 : Répartition mensuelle des pluies de la station de Tizi-Ouzou (Aigoun 2014).

On relève, du tableau 2 et du graphique de la figure 15, que les pluies mensuelles se concentrent entre novembre, décembre, janvier, février, mars et avril avec plus de 75 % des précipitations annuelles (plus de 10% par mois).

**II-3-3- LES PARAMÈTRES CLIMATIQUES : TEMPÉRATURE, HUMIDITÉ RELATIVE, VENT ET JOURS DE SIROCCO**

**a) Les températures:**

Les valeurs des températures moyennes annuelles enregistrées à la station ONM de Tizi-Ouzou, de 1990 à 2012 sont récapitulées dans le tableau N° 3 suivant :

Tableau 3 : Relevés des mesures de températures annuelles à la station ONM de Tizi-Ouzou (in Aigoun 2014).

Année	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
T° C	18,1	17,7	16,9	17,5	18,5	18,2	18,1	18,2	18,3	18,1	19,0	18,9	18,3	19,3	18,0	18,1	18,4	18,9	18,2	18,5	18,6	18,2	18,5

La moyenne annuelle des températures est : **18,3C**.

Les températures mensuelles moyennes à la station ONM de Tizi-Ouzou, 1990 à 2012 sont (tableau N°4 suivant) :

Les répartitions mensuelles des paramètres climatiques humidité relative, du vent et nombre de jours moyen de sirocco à la station de l'ONM de Tizi-Ouzou sont regroupés dans le tableau suivant :

L'humidité à Tizi-Ouzou est de 69% en moyenne mensuelle et n'est jamais inférieure à 50% y compris en été. En moyenne journalière un taux minimum de 30% peut être atteint en milieu de journée.

Tableau 4: Répartition des températures mensuelles, de l'humidité relative, du vent et nombre de jours moyen de sirocco à la station de l'ONM de Tizi-Ouzou (1990-2012) (Aigoun 2014).

ONM	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	TOTAL
Humidité %	60	70	74	77	77	74	71	70	66	59	52	52	69
Température T°C	24,3	20,0	14,5	11,5	10,1	10,7	13,4	15,4	19,5	24,3	27,7	28,0	18,3
Température Max T°C	21,6	16,9	13,0	9,0	7,4	6,5	11,6	13,5	15,8	20,8	25,6	26,3	16,9
Température Min T°C	29,9	25,2	17,3	15,8	12,9	13,2	16,8	18,3	21,9	27,1	29,7	30,9	19,3
Direction du vent	W	W	W	W	ESE	W	W	W	W	W	W	W	W
Force du vent (m/s)	2,0	1,3	1,5	1,6	1,2	1,3	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,1	2
Sirocco Fréquence en jours	14	1,0	0,6	0,3	0,2	0,4	0,9	0,7	0,8	0,8	1,5	2,0	10,6

Les vents dans la région sont de direction préférentielle Ouest à Nord-Ouest avec une vitesse moyenne enregistrée de 2,0 m/s.

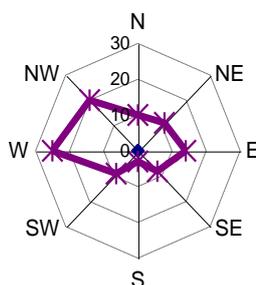


Figure 16 : Rose des vents à l'échelle annuelle à Tizi-Ouzou (1913/1938 SELTZER 1946).

Le sirocco, vent chaud en provenance du Sud et qui dessèche l'atmosphère, se concentre en juillet, août et septembre (1,5 ; 2,0 et 1,4 jours respectivement). (P. Seltzer 1946)

### b) L'évapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle, ETP, et l'évapotranspiration réelle (ETR), sont représentées par les données de l'évaporomètre Piche (moyennes mensuelles) à Tizi-Ouzou. (Tableau 5 suivant)

Tableau 5 : Evaporation Piche moyenne mensuelle à Tizi-Ouzou (1990-2012).

ONM	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	TOTAL
Evaporation Piche (mm)	132,0	93,3	61,4	45,7	41,6	47,0	69,5	75,9	98,0	149,8	197,2	192,1	1140,2

## II-3-4- BILAN HYDROLOGIQUE :

Selon les données hydrologiques tirées de l'étude de l'ANBT, le bilan hydrologique s'établit comme suit:

Pour une pluviométrie moyenne annuelle (Pm) de 550mm/an et une superficie du bassin versant de 456km<sup>2</sup>, les apports moyens annuels en eau des écoulements au site du barrage sont de 150Mm<sup>3</sup>, et représentent 322mm de précipitations constituant la lame écoulee (10l/s/km<sup>2</sup>).

## II-3-5- LES DÉBITS SOLIDES

Le bassin versant du barrage de Souk NTleta est d'une part constitué de terrains peut érodables (schistes et grès dans la cuvette et calcaires et grès en amont) est d'autre part bien boisé. Ce qui fait que les transports solides, ou débits solides, qui provoquent l'envasement, est faible (0.37 hm<sup>3</sup>/an soit 455 000Tonnes/an). Ceci représente un comblement du volume mort (12.95 Hm<sup>3</sup>) en 35,1 ans environ.

## II-4- CARACTÉRISTIQUES HYDROGÉOLOGIQUES :

Les conditions géologiques conditionnent la répartition des caractères hydrogéologiques représentés par les perméabilités et les chemins préférentiels des écoulements souterrains.

Pour déterminer le coefficient de perméabilité ( $k$  en cm/s) des roches de fondation, il a été exécuté plusieurs essais d'eau en pression (Lugeon) dans les alluvions de l'oued Bougdoura et dans les poudingues pliocènes, ainsi que des essais d'eau ponctuels à niveau constant (essai Lefranc) :

- Pour les alluvions de l'oued Bougdoura, selon l'étude de l'ANBT,  $k$  varie entre  $5 \times 10^{-1}$  et  $5 \times 10^{-6}$  cm/s, du fait de l'hétérogénéité des formations, confirmée également par les courbes granulométriques, où la fraction limo-argileuse est comprise entre 8 et 23%.
- Les coefficients  $k$  des poudingues pliocènes, montrent de faibles perméabilités ( $5 \times 10^{-5}$  à  $5 \times 10^{-7}$  cm/s), dues surtout au degré élevé de consolidation et à une certaine cimentation en  $\text{Ca CO}_3$
- En ce qui concerne les grès, des versants du site de la digue, les coefficients de perméabilité sont supérieurs à  $1 \times 10^{-5}$  cm/s en général (74%) et 30% a donné des valeurs de  $k$  supérieures à  $1 \times 10^{-4}$  cm/s.
- Les conglomérats de base sont peu perméables :  $k$  varie entre  $1 \times 10^{-4}$  et  $1 \times 10^{-5}$  cm/s.
- Les phyllades sont peu perméables par porosité, toutefois, elles sont fracturées. Les essais d'eau ont donné des valeurs de  $k$  comprises entre  $1 \times 10^{-5}$  et  $5 \times 10^{-6}$  cm/s.

De fortes perméabilités, donc des chemins potentiels de fuite d'eau, qui se localisent le long des bandes tectonisées, ainsi que le long des contacts stratigraphiques entre des formations différentes.

Pour ce qui est des niveaux aquifères, dans la zone des appuis (formation gréseuse), la nappe souterraine est profonde selon le plongement des pendages vers le Nord.

Des poches d'eau souterraine, confinées dans des matériaux moins perméables sont le siège d'eau d'épentes, relevée à différents niveaux dans les forages.

Ces caractéristiques sont prises en compte dans la réalisation des différents ouvrages du barrage. Ainsi les alluvions sous la digue seront étanchéisées par un voile sous forme de paroi moulée d'une part (figure 35). D'autre part, le noyau argileux sera ancré dans les schistes imperméables après avoir excavé la totalité des alluvions à sa base (figure 3). Des galeries de dérivations sont prévues pour dévier les écoulements de surface et souterrains.

Dans la zone des appuis (formation gréseuse), des injections de béton seront réalisées pour leur imperméabilisation à partir des galeries de projection (voir figure 4). Des projections de béton tapisseront les surfaces, formées de grès, qui seront submergées. (Voir photographie 01).

## **CHAPITRE III :**

### **Les géomatériaux dans la construction du barrage de Souk NTleta**

## CHAPITRE III

### Les géomatériaux dans la construction du barrage de Souk N'Tleta

#### III-1- INTRODUCTION

Dans le cadre de la réalisation du Barrage Souk N'Tleta, une campagne de reconnaissance a été organisée pour la prospection des matériaux de carrières qui serviront pour la construction de la digue principale, de la digue de col et des ouvrages en béton.

Nous avons avec l'aide de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) participé aux prospections sur les sites des carrières et des digues, aux essais et analyses in-situ et au laboratoire de chantier. Nous avons également assisté aux travaux de mise en place et poses des géomatériaux de différents ouvrages du barrage.

Les matériaux prospectés sont:

- Les colluvions argileuses pour les noyaux des digues.
- Les alluvions d'oued pour la recharge amont et la production de filtres et drains des digues.
- Les grès pour la recharge aval des digues.
- Les calcaires pour les agrégats à béton et enrochement (Rip Rap) des digues.

#### III-2- LES EXIGENCES GÉOTECHNIQUES ET CONDITIONS DE CHOIX DES GÉOMATÉRIAUX:

Les exigences suivantes ont été établies par l'ANBT, pour les qualités et caractéristiques géotechniques des géomatériaux utilisés dans les différentes parties du barrage.

##### III-2-1 ARGILES POUR LES NOYAUX DES DIGUES

Les géomatériaux argileux des digues devront respecter les prescriptions ci-après :

- ✓ Granulométrie des argiles : Diamètres maximum des éléments de 20  $\mu\text{m}$  et 100 $\mu\text{m}$
- ✓ Limites de plasticité (LP) et de liquidité (LL) et Indice de Plasticité ( $IP = LL-LP$ ) des argiles (limites d'Atterberg):

- ✓ IP entre 10 et 25 ; LL compris entre 25 et 50 pour la partie courante, et entre 40 et 50 pour la couche d'argiles plastiques au contact du rocher.

##### III-2-2 MATÉRIAUX DE TRANSITION

Les matériaux de transition (entre le noyau et les autres matériaux) amont seront constitués d'alluvions. Les prescriptions de la taille et la composition des éléments selon le fuseau granulométrique sont :

- Diamètre maximal des grains 30 mm.
- Passant à 2 mm entre 85% et 70 %
- Passant à 0.075 mm entre 35% et 45%

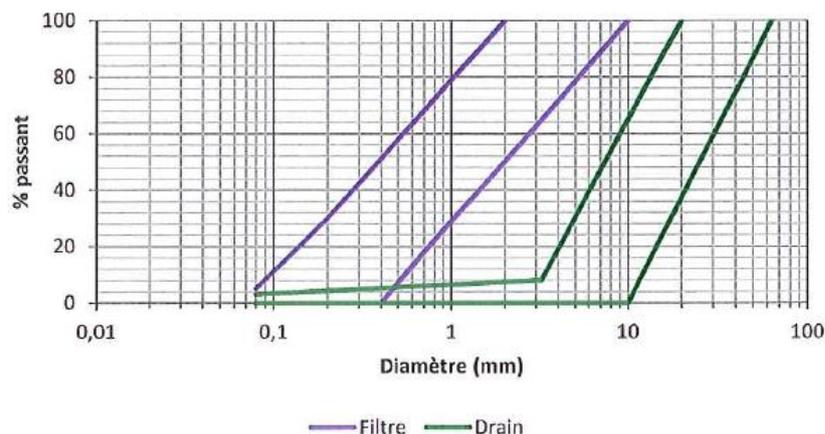


Figure 17 : Graphe granulométrique pour les matériaux des filtres et drains des digues.

### **III-2-3 FILTRES ET DRAINAGES**

Les niveaux filtres et drainages (en couches) seront constitués de matériaux propres (sans argiles), sains et durables obtenus par criblage des alluvions. Les courbes granulométriques sont :

- ✓ Pour le filtre : granulométrie comprise entre 0.1 et 2 mm,
- ✓ Pour le drainage : granulométrie comprise entre 2 et 15 mm.

### **III-2-4 RECHARGE AVAL (RIP RAP) DES DIGUES**

La recharge de la partie aval de la digue principale se fera en grès tout-venant provenant des excavations des contreforts du barrage dit type 1) et le grès (type 2) sélectionnés provenant des déblais de l'évacuateur de crues (en rive droite).

Pour les fuseaux des courbes granulométriques, le pourcentage des éléments fins <0.0075mm seront :

- ✓ grès type 1, limité à 35%;
- ✓ grès type 2, limité à 8%.

Ces matériaux seront compactés jusqu'à obtenir une densité sèche d'au moins 1.8 T/m<sup>3</sup> en couches d'épaisseur maximale 50 cm après compactage. Ils constitueront le colmatage aval du barrage principal.

### **III-2-5 RIP RAP AMONT OU ENROCHEMENT DES DIGUES ET DES BATARDEAUX**

L'enrochement amont en pierres grossières disposées régulièrement sur le talus amont, sera formé de blocs de calcaires de volumes compris entre 0.06 et 0.3 m<sup>3</sup>. Les éléments d'un volume inférieur ne devront pas dépasser le 15% du volume total d'enrochement.

Le riprap sur le talus amont du batardeau sera composé de blocs compris entre 100 et 400mm.

Leurs mise en place sera telle que les éléments les plus petits occuperont les vides entre les blocs les plus gros.

### **III-2-6 LIT DE POSE**

Le lit de pose, à la base de l'enrochement amont, sera formé de blocs compris entre 20 et 200mm.

### **III-2-7 PROTECTION AVAL:**

Une couche de terre végétale de 40 cm sera posée sur la face aval pour être ensemencée. Les matériaux utilisés seront ceux mis en dépôt lors des excavations des ouvrages ou des carrières d'argileuses.

### **III-2-8 LE BÉTON PLASTIQUE UTILISE POUR LA PAROI MOULÉE:**

Le matériau pour la construction de la paroi moulée, seront constitué d'un mélange de béton et de bentonite et doit répondre aux exigences suivantes :

- Coefficient de perméabilité  $k = 2,92 \cdot 10^{-8}$  m/s
- Module de déformation à 28 jours  $E = 175,3$  Mpa
- Résistance à la compression à 28 jours  $RC = 1,2$  Mpa

### **III-3- LES MATÉRIAUX ALLUVIONNAIRES ET COLLUVIONNAIRES:**

Les carrières du chantier (in situ) se fait à ciel ouvert pour l'extraction des Alluvions et colluvions nécessaires à la réalisation du Barrage. En effet, ces carrières sont des terrains d'âge Miocène à Quaternaire lesquels sont représentés par des conglomérats, une formation molassique grés-marneuse et une formation argilo-marneuse, des colluvions et des alluvions d'oueds. Les descriptions suivantes sont tirées des rapports d'activité du chantier de réalisation du barrage et de mes propres observations sur le terrain et au laboratoire.

### III-3-1 LOCALISATIONS DES CARRIÈRES DES MATÉRIAUX ALLUVIONNAIRES ET COLLUVIONNAIRES DES CORPS DES DIGUES DU BARRAGE DE SOUK N'TLETA :

Les carrières prospectées se localisent dans la figure N° 18 et les photos 2 et 3 comme suit :

- Zone alluvionnaire Bbis (1): situé en rive gauche et droite de l'oued Bougdoura à l'aval de la digue principale du barrage.
- Zone B (2): ce sont les matériaux qui se situent sur le lit de l'Oued Bougdoura.
- Zones argileuses de l'Oued Aguer gour Ze1, Ze2 et Ze1bis (3,4 et 5): sont situées à environ huit cent mètres en amont du barrage et de la digue de col.
- Zones d'alluvions (6, 7): situées en rive gauche de l'Oued Aguer gour à l'aval de la digue de col.
- Zones argileuses (8) et (9): situées respectivement en rive droite et gauche de l'Oued Aguer gour pour les matériaux argileux à l'amont du barrage.
- Les zones argileuses A1 et A2 : situées à 2 et 3 km en amont du site du barrage, respectivement en rive gauche et droite de l'Acif Tala Imedrane.

### III-3-2 NATURE DES MATÉRIAUX DES CARRIÈRES ALLUVIONNAIRES ET COLLUVIONNAIRES PROSPECTÉES

#### a) Alluvions graveleuses de l'Oued Bougdoura (Zone Bbis 1) :

Il s'agit des sédiments alluvionnaires (actuels et récents) des lits mineur et majeur de rive gauche et droite de l'Oued Bougdoura en aval du site du barrage (Photo 3). En surface ces alluvions sont constituées d'un tout-venant grossier. Les graviers sous-jacents passent fréquemment à du sable comportant plus ou moins d'éléments fins (figures suivantes).

Zone d'emprunt Aguer gour à l'amont du Barrage



Photographie 2 : Une vue des carrières d'argiles utilisées pour la construction de la digue de col et principale. (ANBT)

#### b) Zones argileuses Ze1, Ze2 et Ze1 bis (3, 4 et 5) :

Ces colluvions argileuses affleurent sur les versants de rive gauche de l'oued Aguer gour. Ces argiles sont le produit éluvial plus ou moins remanié des pélites grises, feuilletées à schisteuses de la formation burdigalienne (Photo 02).

Dans la zone ZE1, un niveau d'épaisseur de 1,5 à 2,0 m de sables existe et peut être exploité pour le filtre.

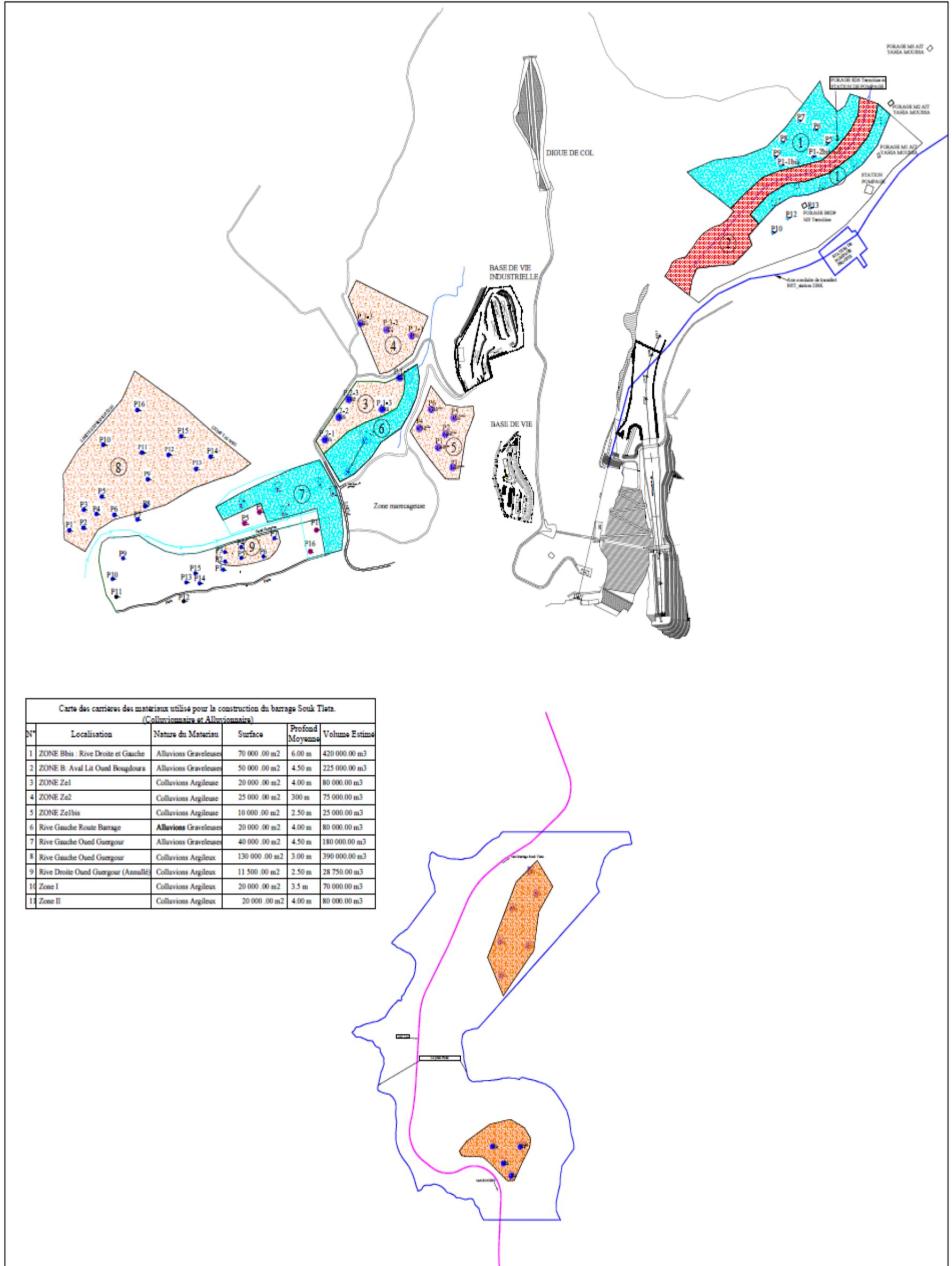
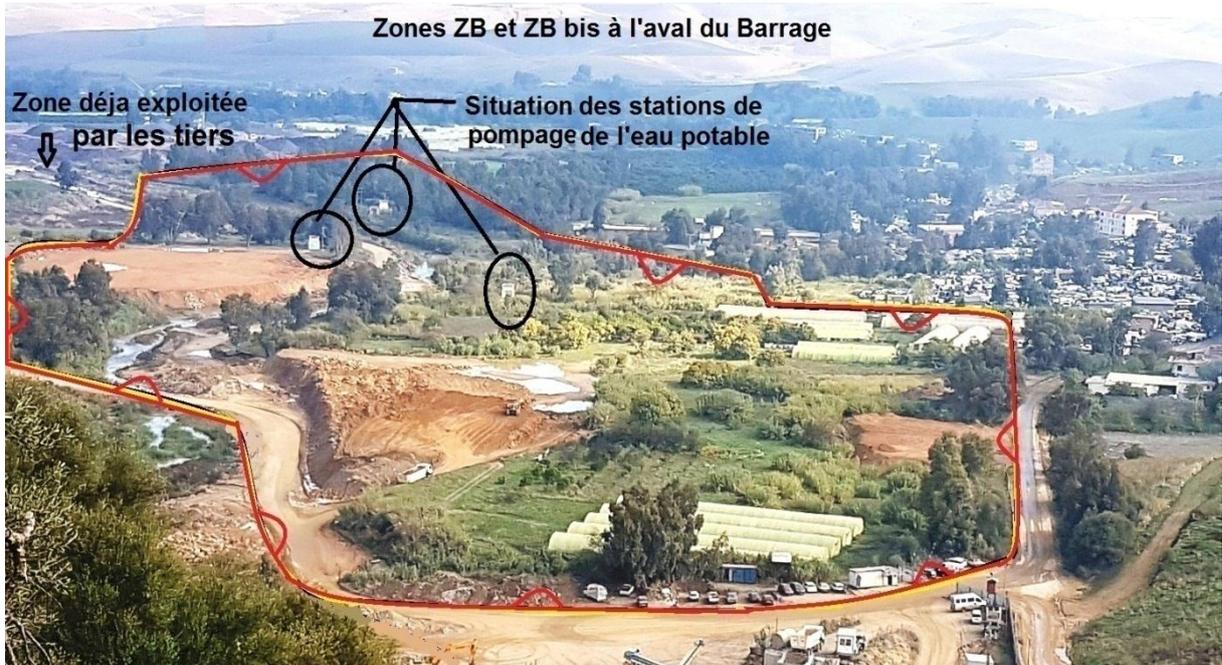


Figure 18 : Carte de localisations des carrières des matériaux alluvionnaires et colluvionnaires pour la construction du barrage Souk N'Tleta.



Photographie 3 : Vue des carrières d'alluvions en aval du site de la digue en RD du Bougdoura. (ANBT)

**c) Zones alluvionnaires (6) et (7) :**

Ces alluvions couvrent la zone aval de l'oued Aguer gour. Il s'agit d'alluvions déposées en amont de l'embouchure de l'oued Aguer gour avec l'oued Acif Tala Imedran.

**d) Zones argileuses en rive gauche de l'oued Aguer gour (8) :**

Ce sont des produits éluviaux des phyllades paléozoïques, remaniées par les mouvements de masse de la couche superficielle de granulométrie fine. Les débris rocheux proviennent de la désagrégation et l'altération physico-chimique des schistes et gneiss. Ces dépôts de couleur beige occupent des surfaces importantes dans le versant de la cuvette mais de faible épaisseur. Ces colluvions passent localement de limon plus ou moins détritiques à de l'argile plastique. Il s'agit donc d'un matériau hétérogène où la composante limoneuse est en général, très importante.

**e) Zones argileuses en rive droite de l'oued Aguer gour (9):**

Ces colluvions couvrent tous les versants de la rive droite de l'oued Aguer gour. Ces derniers provenant essentiellement de l'altération physico-chimique des grés plus ou moins argileux avec de rares intercalations argileuses.

**f) Zones argileuses A1 et A2 :**

Ces colluvions argileuses occupent une surface importante dans le versant de la cuvette. Elles sont généralement de granulométrie fine englobant des débris rocheux. De couleur beige à rouge, elles passent localement de limon à des argiles plastique.

### III-3-3 RECONNAISSANCES PAR PUIITS ET PAR SONDAGES CAROTTÉS POUR CHAQUE CARRIÈRE:

Afin d'identifier la lithologie des matériaux et d'évaluer l'épaisseur moyenne des couches exploitables, des puits de reconnaissances ont été réalisés dans chaque zone. Dans la même zone la lithologie des puits et des sondages carottés est presque similaire avec des profondeurs différentes. Dans ma présente recherche j'ai pris un puits échantillon par zone.

Ces échantillons sont illustrés par les logs suivants :

❖ Douze (12) puits ont été réalisés dans la zone B bis(1) d'une profondeur moyenne de 6 m. Ce sont des colluvions graveleuses avec intercalation limono-sableuses représentées dans le Log suivant (puits 06):

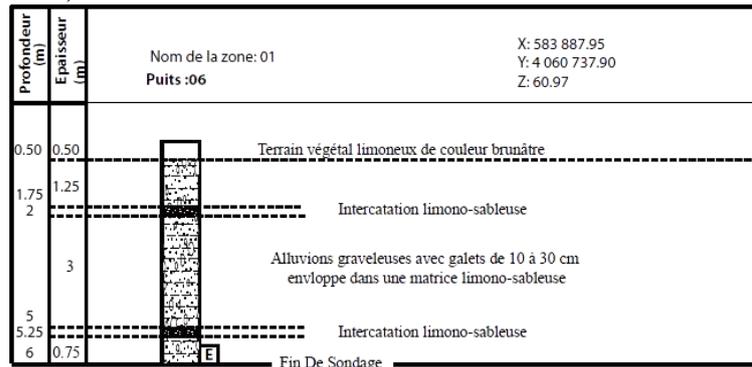


Figure 19 : Log d'un puits représentatif numéro 06 de la carrière colluvionnaire Bbis 1

❖ (07) et (03) puits ont été réalisés sur une profondeur de 4m et 3m respectivement dans les zones (3) Ze1 et (4) Ze2. Ces colluvions Argileux sont superposées parfois sur des dépôts graveleux, comme le montre le puits 1-3 suivant:

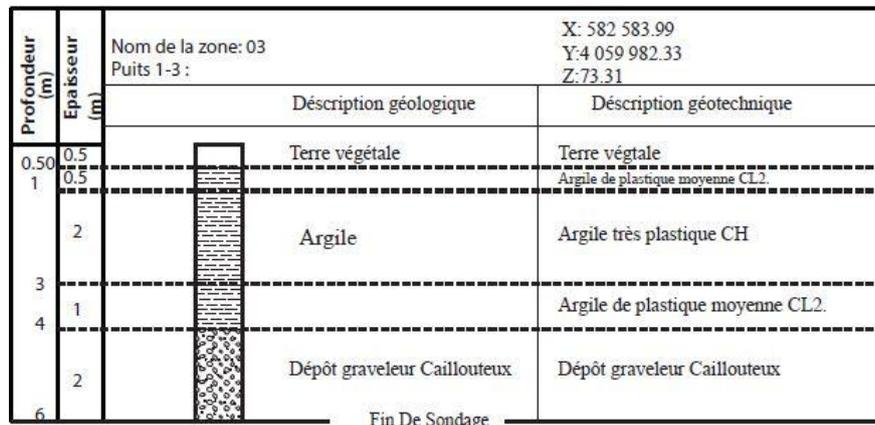


Figure 20 : Log d'un puits représentatif numéro 1-3 de la zone alluvionnaire ze1 (03)

❖ Sept (7) puits réalisés dans la zone 7. Ils recoupent des alluvions détritiques graveleuses de couleur brunâtre, parfois grisâtre. La profondeur moyenne de cette formation est de 4.5m. Ces alluvions couvrent la zone aval de l'oued Aguer gour. Voir log d'un puits ci-dessous :

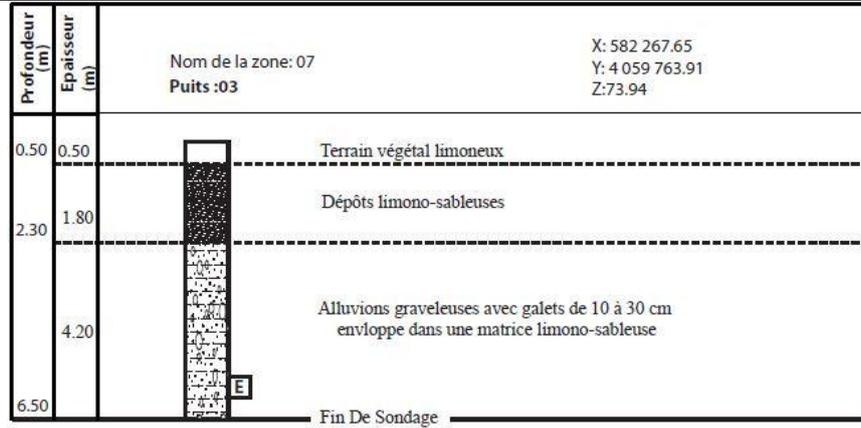


Figure 21: Log d'un puits représentatif numéro 03 de la zone alluvionnaire (07)

❖ (16) puits d'une profondeur moyenne de 3m, ont été réalisés avec une pelle mécanique dans la zone (8) rive gauche Aguer gour.

Ces puits de reconnaissance recoupent des colluvions détritiques argileuses de couleur variées (brun foncé ; parfois brun à teinte rougeâtre en surface devenant jaunâtre grisâtre en profondeur). L'épaisseur moyenne de cette formation dépasse généralement quatre (4) mètres. Visuellement l'ensemble présente une bonne plasticité. Il est à signaler qu'une telle plasticité est la plus convenable pour réaliser le noyau argileux des barrages. Voir un log d'un puits représentatif ci-dessous (figure 22).

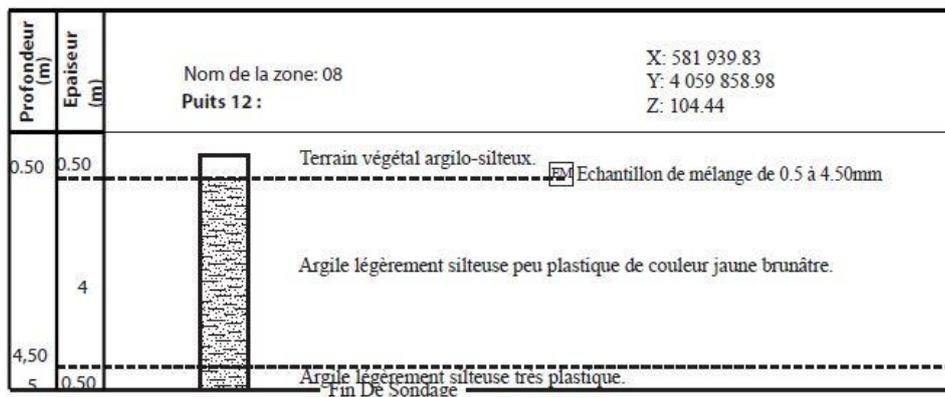


Figure 22 : log d'un puits représentatif numéro 12 de la zone colluvionnaire (08)

❖ Six (6) puits ont été réalisés dans la zone (9) en rive droite Aguer gour. La profondeur moyenne de cette formation est de 2.5m. Visuellement l'ensemble présente une plasticité faible. Un exemple d'une lithologie d'un puits est illustré ci-dessous (Puits 04).

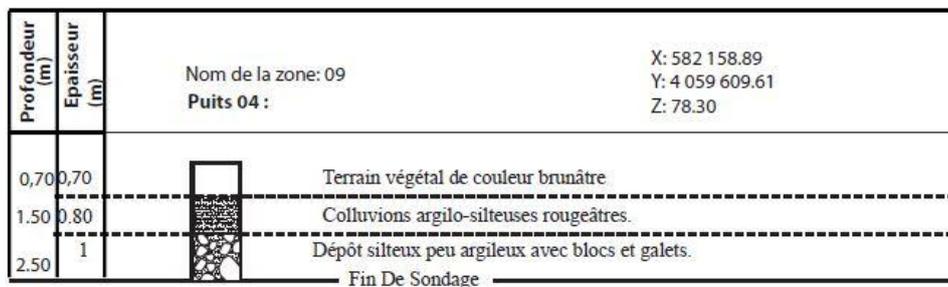


Figure 23 : Log d'un puits représentatif numéro 04 de la zone colluvionnaire (09)

Les puits recoupent des colluvions détritiques silto-argileuses de couleur le plus souvent brunâtre, parfois brun à teinte rougeâtre ou bien jaunâtre à grisâtre.

### III-3-4 LES POTENTIALITÉS EN MATÉRIAUX DES CARRIÈRES ALLUVIONNAIRES ET COLLUVIONNAIRES (VOLUMES, EXTENSION ET PROFONDEUR):

A l'aide des puits de reconnaissances nous avons délimité les surfaces ainsi que les volumes des zones exploitables des géomatériaux pour la construction du barrage.

Pour estimer le volume d'exploitation d'une carrière, nous avons utilisé deux méthodes de calcul : la méthode des profondeurs moyennes et la méthode des profils.

#### a) Méthode d'estimation des volumes d'exploitation par les profondeurs moyennes :

Cette méthode s'applique pour calculer le volume lorsqu'on a la surface de la carrière à exploiter et les profondeurs des sondages ou puits de reconnaissance.

Soit : S : La surface de la carrière, P<sub>m</sub> : profondeur moyenne.

Le volume est donné par la formule suivante : V = S x P<sub>m</sub>

Tableau 6 : Volumes exploitables des matériaux des carrières avec la méthode des profondeurs moyennes:

Carrière	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume estimé (m <sup>3</sup> )
Alluvions graveleuses (Z1)	70 000	420 000
Alluvions de lit d'oued (Z2)	50 000	225 000
Colluvions argileuses Ze1 (Z3)	20 000	80 000
Colluvions argileuses Ze2 (Z4)	25 000	75 000
Colluvions argileuses Ze1bis (Z5)	10 000	25 000
Alluvions graveleuses (Z6)	20 000	80 000
Alluvions graveleuses (Z7)	40 000	180 000
Colluvions argileuses (Z8)	130 000	390 000
Alluvions graveleuses (Z9)	11 500	28 750

#### b) Méthode d'estimation des volumes d'exploitation par profils :

En premier point, on trace des profils qui traversent les puits de reconnaissance; après on dessine les profils.

Nous avons tracé 5 profils et calculé pour chacun des profils la surface. Le volume entre 2 profils consécutifs est donc égal au produit de la moyenne des aires de ceux-ci par la longueur de l'entre profil. (Cours de génie civil sur les travaux de terrassement à IUT De ST Pierre).

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times D$$

Le rapport est donné comme suivant:

Soit : S1 et S2 les surfaces de deux profils consécutifs. D: Distances entre deux profils consécutifs.

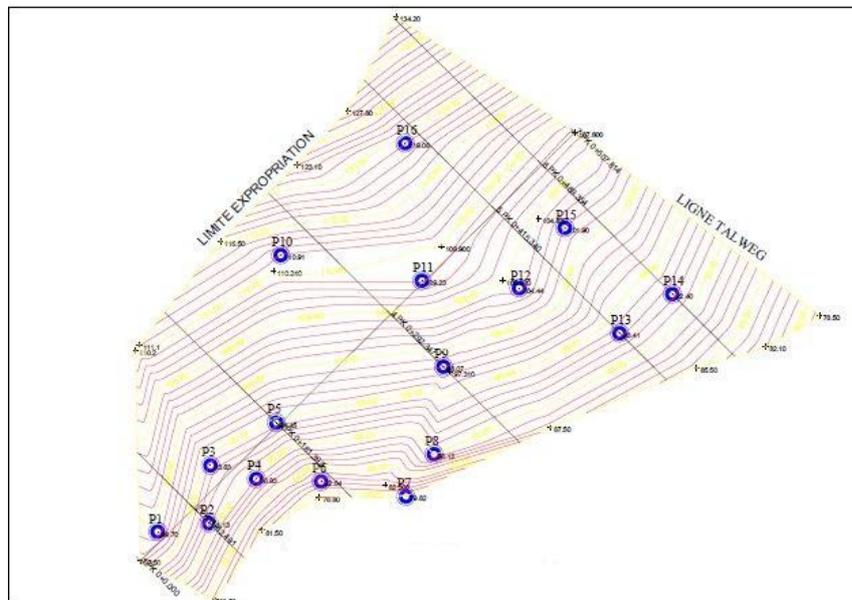


Figure 24 : zone Argileuse rive gauche oued guergour (08)

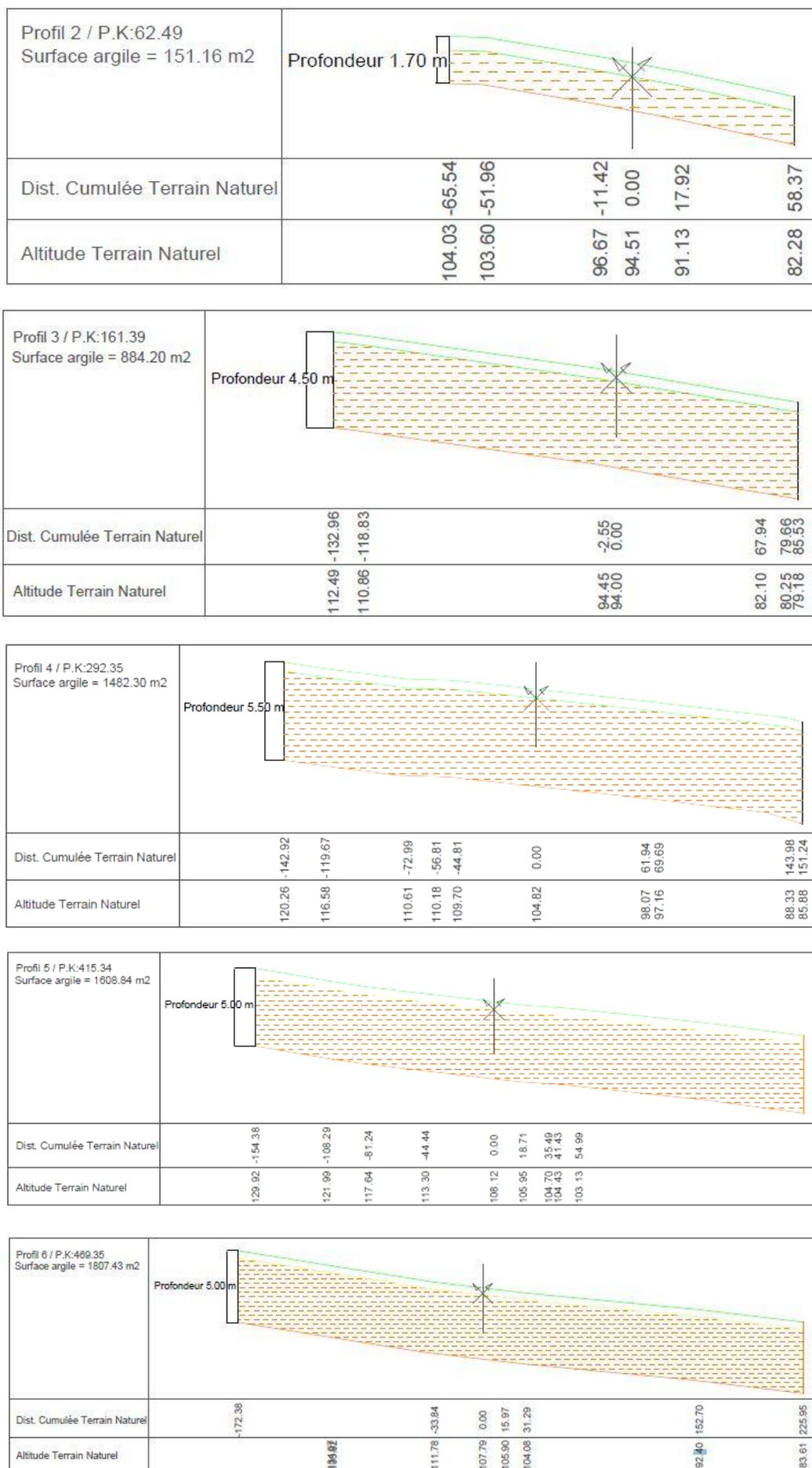


Figure 25 : Estimation des volumes de la carrière Argileuse par la méthode des profils.

En limite de gisement la superficie est nulle (pas de profil), alors on applique la formule des profils et on obtient :

$$V = \sum \left[ \frac{S_1}{2} D_1 + \frac{(S_2 + S_3)}{2} D_2 + \frac{(S_3 + S_4)}{2} D_3 + \frac{(S_4 + S_5)}{2} D_4 + \frac{S_5}{2} D_5 \right]$$

Les résultats d'estimation des volumes de la carrière Argileuse rive gauche Aguer gour (zone 08) sont illustrés dans les profils précédent et le tableau suivants:

N° PROFIL	DISTANCE ENTRE PROFILS (m)	SURFACE (m <sup>2</sup> )	(V=dx(S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> )/2)VOLUME (m <sup>3</sup> )
1	/	0,00	0
	52,49		3 967,19
2		151,16	
	88,90		46 021,75
3		884,20	
	120,96		15 334,92
4		1 482,30	
	112,99		17 4633,95
4		1 608,84	
	44,01		75 175,02
5		1 807,43	
	28,46		25 719,73
		Total	340 852,56

Les volumes obtenus par les deux méthodes présentent un écart de 12%. Ceci est acceptable dans ce genre d'exploitations. Nous avons généralisé pour notre travail la méthode des profils.

### **III-3-4 ANALYSES ET ESSAIS EFFECTUÉS SUR LES MATÉRIAUX DES CARRIÈRES D'ALLUVIONS ET COLLUVIONS:**

Dans chaque puits et sondage carotté, des échantillons ont été prélevés. Les essais géotechniques et analyses complètes suivants ont été réalisés sur des niveaux et des mélanges de plusieurs horizons :

- Nature géologique
- Identification complète : teneur en eau (W%), Granulométrie (mm et  $\mu\text{m}$ ), masses volumiques sèche et humide, masse Volumique des grains).
- Les limites d'Atterberg (LL, LP et IP en %)
- Sédimentométrie pour la fraction argileuse  $<80\mu\text{m}$
- Essai Proctor (densité et teneur en eau)
- Essai d'érodabilité sous gradient hydraulique élevé (pinhole test)
- Teneur (%) en sulfates ( $\text{SO}_4$ ), en chlorures (Cl) et matières organiques (MO) par analyses chimiques
- Teneur en carbonates ( $\text{CaCO}_3$ )
- Essai oedométrique (Module oedométrique)
- Essai de perméabilité sur des échantillons compactés (k cm/s aux conditions de Proctor)
- Essai de cisaillement direct.
- Les planches d'essais de compactage avec détermination de la teneur en eau optimum ( $W_{\text{opt}}$  et la densité).

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques (plasticité, liquidité) destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

### **III-4-CARRIÈRE D'AGRÉGATS DE KEDDARA :**

Cette carrière exploite des calcaires du Jurassique et de l'Eocène dans la région de Keddara (Boumerdes) à plus de 70 km de site du Barrage.



Photographie 4 : Vue de la Carrière de Keddara (Boumerdes) : exploitation des calcaires du Jurassique et de l'Eocène en gradins de 10 à 15 m.(24/05/2018 à 11:30)

### III-4-1 SITUATION DE LA CARRIÈRE:

La carrière étudiée se situe au lieu dit Djebel Bouzegza, Commune et Daira de Kherouba, wilaya de Boumerdes. Elle est située à 10 km au Sud du chef-lieu de commune Kherouba et à 5 km à l'Ouest de la localité de Keddara.

### III-4-2 GÉOLOGIE DU GISEMENT :

Le gisement de calcaires étudié fait partie du massif montagneux du Djebel Bouzegza. Son relief, aux flancs de pentes raides, est pratiquement dénudé de toute végétation (Photo 4). Sa superficie est de 31 ha. Il repose sur un substratum gréseux de couleur rougeâtre. Des couches argileuses de couleur rouge affleurent en bordure des parties Nord et Sud du gisement.

Le gisement est représenté par des formations carbonatées de l'Eocène et du Jurassique (Lias inférieur). (Voir figure n°25). Ce dernier est constitué des calcaires massifs gris à gains fins. L'Eocène est constitué de calcaires gris à beige à Nummulites.

### III-4-2 STRUCTURE GÉOLOGIQUE ET TECTONIQUE :

La région du site de la carrière de Keddara fait partie de la Chaîne calcaire kabyle.

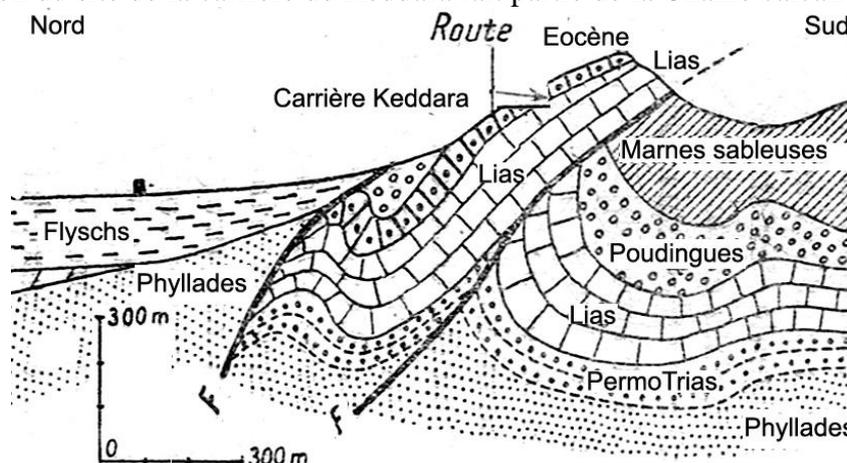


Figure 26 : Coupe caractéristique Nord-Sud de site de la carrière d'agrégat Keddara.

Les niveaux du Lias et de l'Eocène, constitués de calcaires massifs forment les barres et les arêtes rocheuses prises dans des écailles superposées (Figure 26). Elles ont été affectées par des mouvements tectoniques qui ont causé des fracturations et fissurations des roches (Photo 5). Ces calcaires sont aussi le siège de karstifications.

### III-4-3 HYDROGÉOLOGIE :

Les calcaires qui constituent le massif de Bouzegza avec leur fissuration et karstification, constituent un chemin pour canaliser les eaux de ruissellement et d'infiltration dans les nappes aquifères qui, elles mêmes se vidangent à la base du massif.

### III-4-4 TOPOGRAPHIE :

Le gisement exploite un massif montagneux, le Bouzegza, avec des pentes fortes parfois en falaises. Les côtes absolues dans les limites du gisement varient de 790 à 1 036m. La surface du périmètre d'exploitation est de 31 Ha avec les coordonnées UTM suivantes :

Tableau 7 : Coordonnées des limites de la carrière de Keddara

Points limites	X (m) UTM (31)	Y (m) UTM
1	539 700	4 052 500
2	539 700	4 051 700
3	540 000	4 051 700
4	540 000	4 051 400
5	539 500	4 051 400
6	539 500	4 052 500

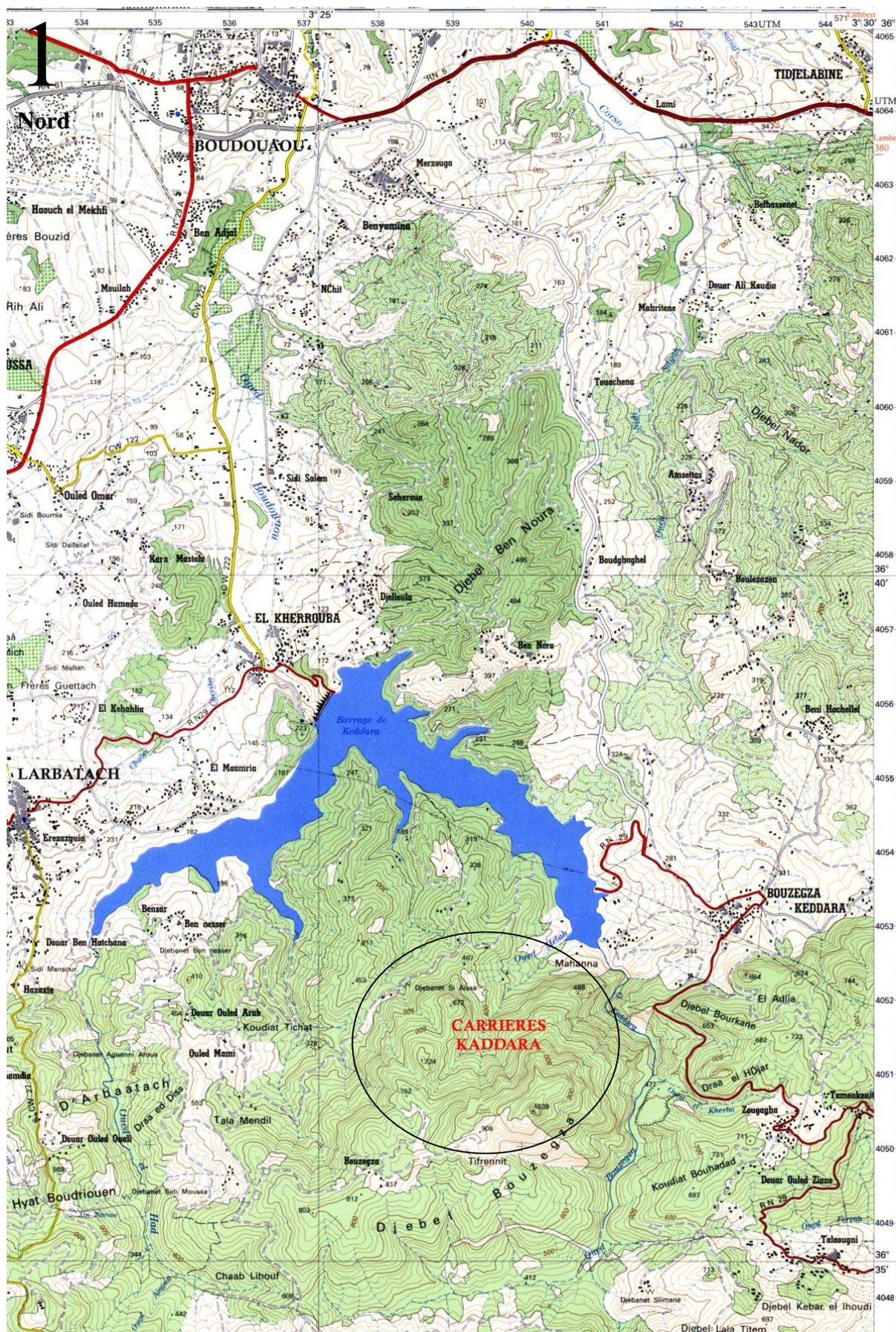


Figure 27: Localisation de site de la carrière d'agrégats de Keddara et du réseau hydrographique en amont du barrage de Keddara (extrait de la carte topographique au 1/50 000 INCT).

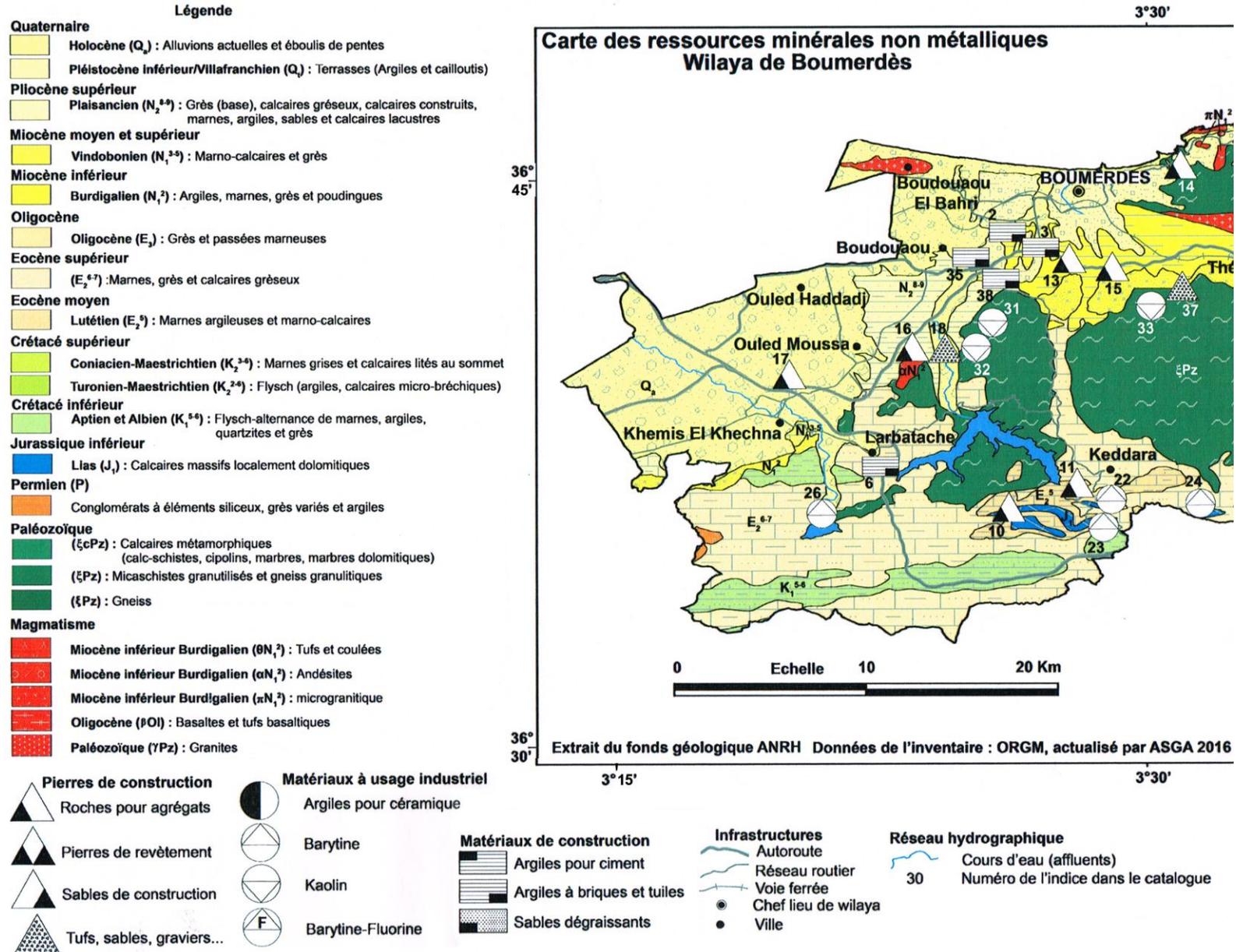


Figure 28 : Carte géologique de la région du site de la carrière d'agrégats (N°10) de Keddara (Boumerdes).

### III-4-5 L'EXPLOITATION :

La carrière est composée d'une zone d'extraction en gradins avec des hauteurs qui varient de 10 à 15 m, d'une zone de stockage et d'une zone annexe où on trouve le bloc administratif, la salle de commande, le poste de garde et les équipements sociaux.

Après ma sortie sur le site, mon premier constat est que le couvert végétal est quasiment inexistant ce qui illustre que l'étape de défrichage a déjà été réalisée.

Lors de mes différentes visites sur les lieux de la carrière, j'ai eu l'occasion d'assister aux différentes opérations avant et après l'exécution de tir à l'explosif qui se fait deux fois par mois. Les opérations de tir à l'explosif se déroulent comme suit : (voir Figure 27,28 et photo N°6)



Photographie 5 : Photo de la carrière Keddara prise de la station de concassage. (ANBT 2014)

- Forage des trous de mines, répartis sur deux rangées : l'opération est réalisée par un chariot de forage doté d'un outil de perforation de diamètre 89mm.

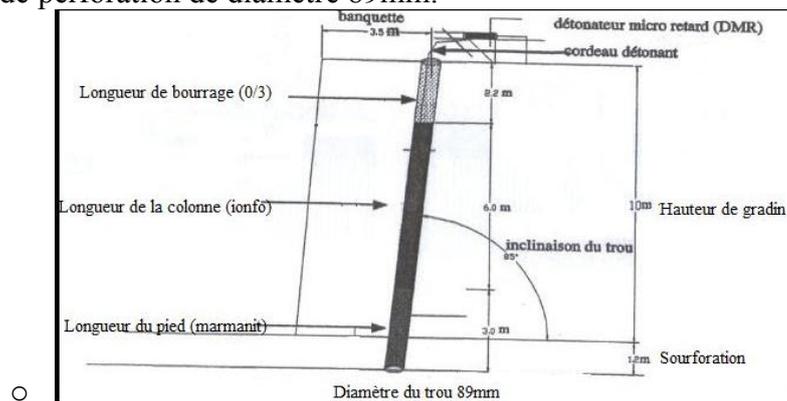


Figure 29 : Amorçage de trous de mine à l'explosif.

- Chargement des trous de mine avec des cartouches de 65mm : elle se déroule comme suit ;
  - o Charge de pied : Marmanit 3 ; Charge de colonne Anfomel avec 6 kg/m en moyenne;
  - o Bourrage : sable et fraction 3/8mm.

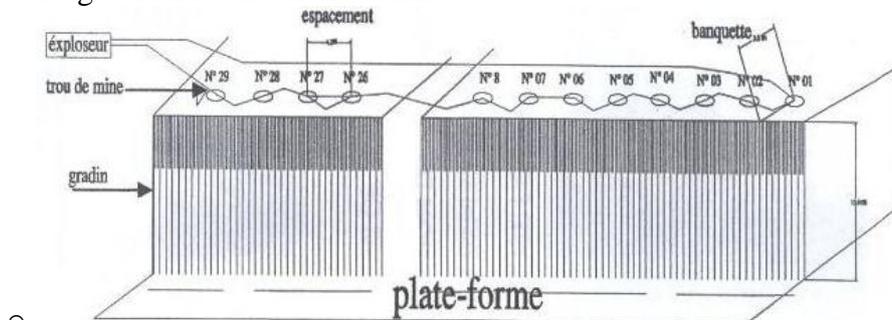


Figure 30 : Disposition des trous de mine sur le front pour une seule ligne.



Photographie 6 : Photographies des outils utilisés pour chargement des trous de mine.

Lors du tir de mine principal, la masse rocheuse est fragmentée selon les défauts naturels de la roche qui sont dus à la fracturation.

La masse abattue est chargée à l'excavateur dans des camions à bennes et transportée à la station de traitement pour « concassage et criblage » qui permettent de réduire de façon successive la taille des pierres. Ces opérations sont effectuées suivant plusieurs phases distinctes qui sont :

- L'opération de pré-concassage primaire qui réduit les plus gros galets en matériaux dont l'utilisation est nulle et qui sont réinjectés dans la chaîne de traitement.
- L'opération de concassage secondaire dont le produit n'est pas encore utilisable hormis pour le ballast des chemins de fer.
- Une opération de broyage tertiaire qui donne des granulats durs et entre chaque étape un criblage peut être fait. Après avoir obtenu des matériaux de tous calibres possibles (0/3; 3/8; 8/15; 15/25; et 0/40 mm ) les matériaux sont stockés à l'air libre dans des endroits aménagés à cet effet en attendant la commercialisation.

S'agissant des agrégats et blocs de calcaires d'encrochement utilisés pour la construction du barrage ils sont acheminés après avoir été extraits de la carrière avec des volumes compris entre 0.06 et 0.3 m<sup>3</sup> et de blocs compris entre 100 et 400mm et le reste (blocs de 200 mm) est réduit par le concasseur du chantier du barrage.

### **III-4-6 LES ESSAIS RÉALISÉS SUR LES AGRÉGATS ISSUS DES CALCAIRES DE LA CARRIÈRE DE KEDDARA :**

- Analyse granulométrique par tamisage selon la norme (PF EN 933-1) ;
- Le coefficient d'aplatissement Norme (PF EN 933-3) ;
- L'essai Los Angeles (résistance à l'abrasion et fragmentation);
- L'essai micro Deval (résistance à l'usure par frottement);
- La détermination de la masse volumique, le coefficient d'absorption, la porosité et la teneur en eau selon la norme (NF P18.544) ;
- Le poids spécifique selon la méthode LE CHATELIER.

### **III-5- INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS ET ANALYSES DES GÉOMATÉRIEAUX DE CARRIÈRES:**

#### **III-5-1 ESSAIS IN SITU ET DE LABORATOIRE DE CHANTIER:**

Pour les ouvrages du barrage, l'entreprise de réalisation a eu recours aux matériaux extraits sur place (argiles, sables, graviers et blocs de grès) et de la carrière de Keddara.

Des échantillons sont prélevés dans les carrières alluvionnaires et colluvionnaires et analysés directement au niveau du laboratoire de chantier ou confiés au Laboratoire Central de Matériaux (LCM) de COSIDER lorsqu'ils nécessitent des analyses et essais et analyses chimiques.

Nous avons participé aux essais et analyses sur les sites des carrières et des digues, in-situ et au laboratoire de chantier

#### **a) Résultats des essais sur les colluvions argileuses :**

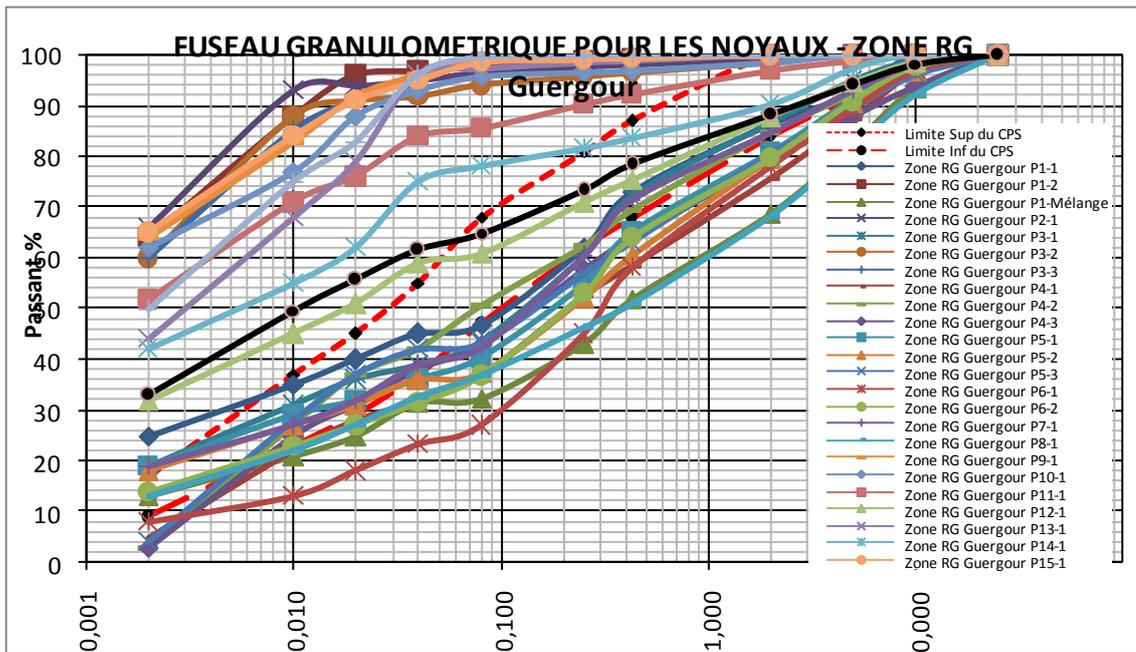
Les résultats des essais sont consignés dans les tableaux joints en Annexe. Un échantillon des résultats est donné à titre illustratif dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Résultats des essais réalisés sur argiles de la carrière ZE1 (puits 2-2)

PROFON DE PRISE DE ECHANT	LES RESULTATS DES ESSAIS REALISES SUR LA CARRIERE ZE1 (PUITS 2-2)																
	63 mm	31,5 mm	2 mm	< 0,08 mm	< 0,02 mm	W	LL	PL	IP	Y dmax	W opt	SO4	CL	CaCO3	MgO	(CU) bars	M,O
00_01	100	100	95	80		4,7	36,6	17,3	19,3								
01_03	100	100	100	76		3,4	37,5	20,1	17,3								
03_04	100	100	100	88		3,9	36,8	20,3	16,5								
04_05	100	100	94	73		4,6	37	19	18								
05_06																	
mix de 1 a 4 m	100	100	98,5	80,9	45,1	5,2	-	-	-	1,88	13,2	Traces	0,35	35,34	0,73	1,24	12,52

Les essais effectués sur les carrières d’argiles ZE1, ZE2 et ZE1bis ne sont pas concluants pour cause du taux élevé (35,34 %) de carbonate CaCO<sub>3</sub> (Tableau 7). Par conséquent les dites carrières n’ont pas été utilisées pour la construction du noyau de la digue.

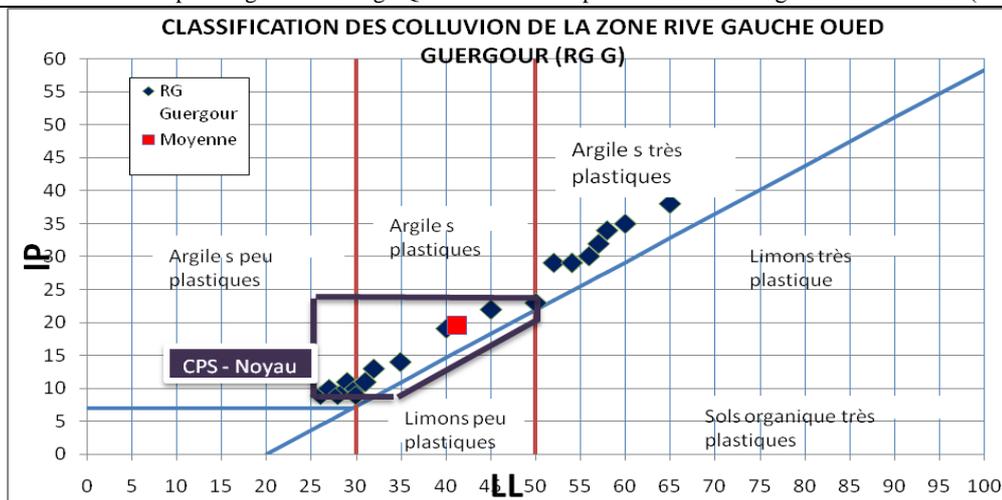
Par contre la carrière argileuse Z(08) montre une teneur admissible en carbonates (CaCO<sub>3</sub>) qu’est de 8.45% avec un taux ≤ 6% en Matière Organique (MO), pour éviter les tassements excessifs dus aux dégradations de la matière organique).



Graph 1: Fuseaux granulométriques des Argiles rive gauche Oued Aguer gour (Z8).

La fraction d’éléments fins du fuseau granulométrique (<80 µm) adoptée pour le noyau est située dans la plage 30 à 80 %. (graphe1). Ces pourcentages permettent de relâcher les contraintes granulométriques du filtre aval ce qui assurera une bonne cadence de production.

Selon le diagramme de Casagrande les matériaux argileux provenant de cette carrière (Z08) sont des argiles plastiques à très plastiques, il est à signaler que le mélange des différents niveaux de cette carrière (1 à 4 m) donne une argile plastique s’inscrivant dans les limites prescrites dans les exigences, (voir le graphiques figure 31 et 32). Cette carrière présente un potentiel de volume exploitable d’environ 400 000 m<sup>3</sup>, qui dépasse les besoins estimés à environ 340 000 m<sup>3</sup>.



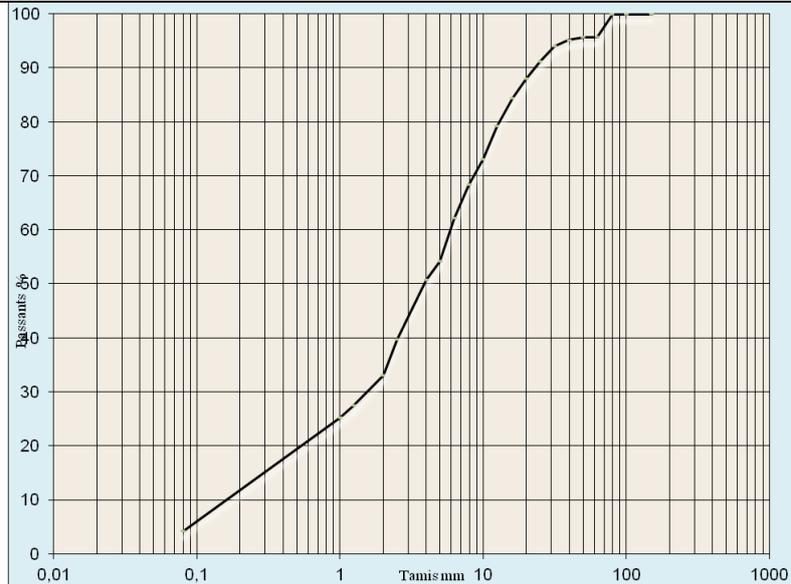
Graph 2 : Classification des argiles de la carrière (Z08) dans les limites prescrites.

**b) Résultats sur les alluvions :**

Nous donnons ci-après un exemple de résultats d'analyse de la granulométrie réalisés sur les alluvions de la carrière Bbis (Tableau suivant et figure 18):

Tableau 9 : Résultats de la granulométrie des alluvions de la carrière Bbis.

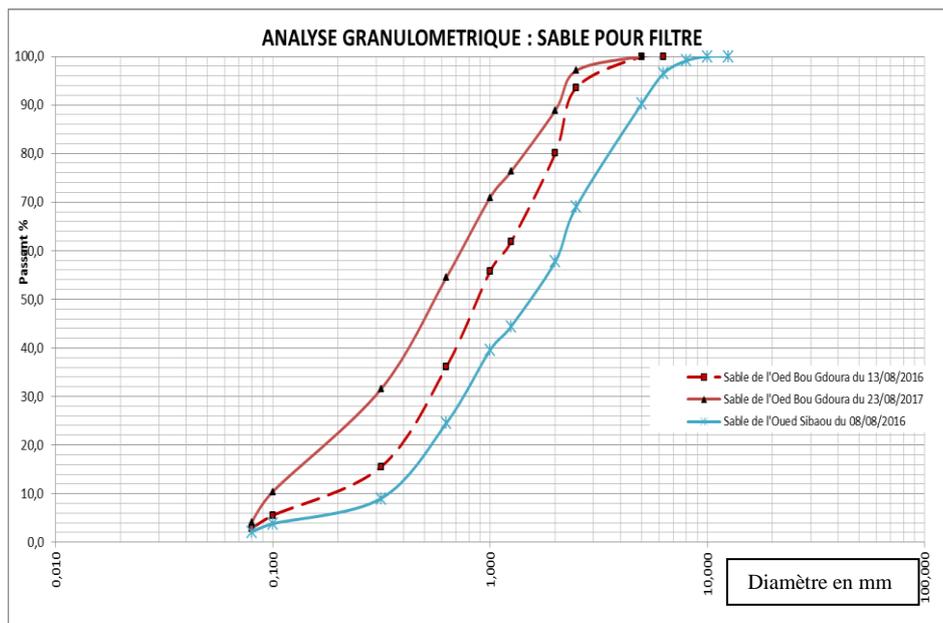
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE ( NORME N.F.P.94-056 )</b>						
Tamis (mm)	Retenue(g)	Retenue tamis 5mm(g)	Retenue echant,(g)	Retenue corr(g)	Retenue%	Passant%
150	0	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0
100	0	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0
80	0	0,00	0,00	0,0	0,0	100,0
63	623	0,00	0,00	623,0	4,4	95,6
50	623	0,00	0,00	623,0	4,4	95,6
40	690	0,00	0,00	690,0	4,8	95,2
31,5	842	0,00	0,00	842,0	5,9	94,1
25	1256	0,00	0,00	1256,0	8,8	91,2
20	1717	0,00	0,00	1717,0	12,0	88,0
16	2226	0,00	0,00	2226,0	15,6	84,4
12,5	2960	0,00	0,00	2960,0	20,7	79,3
10	3839	0,00	0,00	3839,0	26,8	73,2
8	4525	0,00	0,00	4525,0	31,6	68,4
6,3	5406	0,00	0,00	5406,0	37,8	62,2
5	6549	0,00	0,00	6549,0	45,8	54,2
4	6709	328,64	52,00	7037,6	49,2	50,8
2,5	6716	1902,3	301,0	8618,3	60,3	39,7
2	6716	2850,3	451,0	9566,3	66,9	33,1
1,25	6716	3659,3	579,0	10375,3	72,6	27,4
1	6716	3981,6	630,0	10697,6	74,8	25,2
0,08	6716	6977,3	1104,0	13693,3	95,8	4,2



Graph 3: Graphe courbe granulométrique des alluvions de la carrière Bbis.

**1) Sable pour filtre:**

Le sable pour filtre des digues, provient des zones B et B-bis de l’oued Bougdoura et d’un sable propre des alluvions de la zone ZE1 (graphe : 3 et figure18). Ces matériaux, après lavage et criblage, répondent aux exigences pour le filtre (granulométrie comprise entre 0.1 et 2 mm).



Graph 4 : Analyse granulométrique des alluvions pour le filtre.

**2) La fraction 0/25 pour transition:**

Les matériaux gréseux provenant des déblais d’excavation des galeries de dérivation provisoire (DP) et de la route de dérivation de la RN25 sont broyés et concassés.

Ces grès donnent un pourcentage des fines entre 30% et 45% et s’inscrivent parfaitement dans le fuseau proposé par les exigences (voir courbes granulométriques).

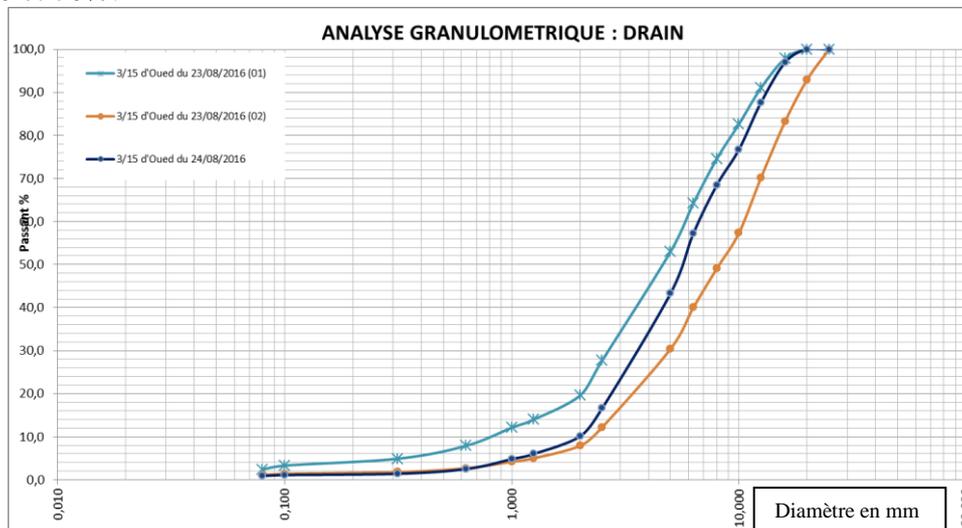
Des matériaux grossier des alluvions de l’Oued Bougdoura on été testés pour extraire la fraction 0/25 pour la transition. Ces colluvions présentent un pourcentage faible de la fraction inférieure à 0.75mm (moins de 10%),

La partie fine (<0.075mm) des grès de la DP1 sont peu argileux alors que les grès provenant de la dérivation de la RN25 le sont. De ce faite, le matériau gréseux provenant des déblais de la dérivation de la route RN25 est jugé conforme aux exigences et il peut jouer le rôle d’un matériau de transition.

### 3) La fraction 8/15 pour drain :

L'Entreprise a procédé au lavage et criblage des alluvions de l'Oued Bougdoura pour extraire la fraction 3/15 qui servira de matériau de drain pour le barrage et la digue de col.

Selon les exigences et à titre indicatif les matériaux pour le drain doivent avoir une granulométrie entre 2 et 15mm. La production à la station de concassage donne une granulométrie qui varie entre 1 et 25mm avec une fraction inférieure à 1mm de moins de 10%. Cette granulométrie peut être acceptée surtout que le filtre présente une granulométrie qui contient des éléments inférieurs à 1mm entre 40 et 70%.



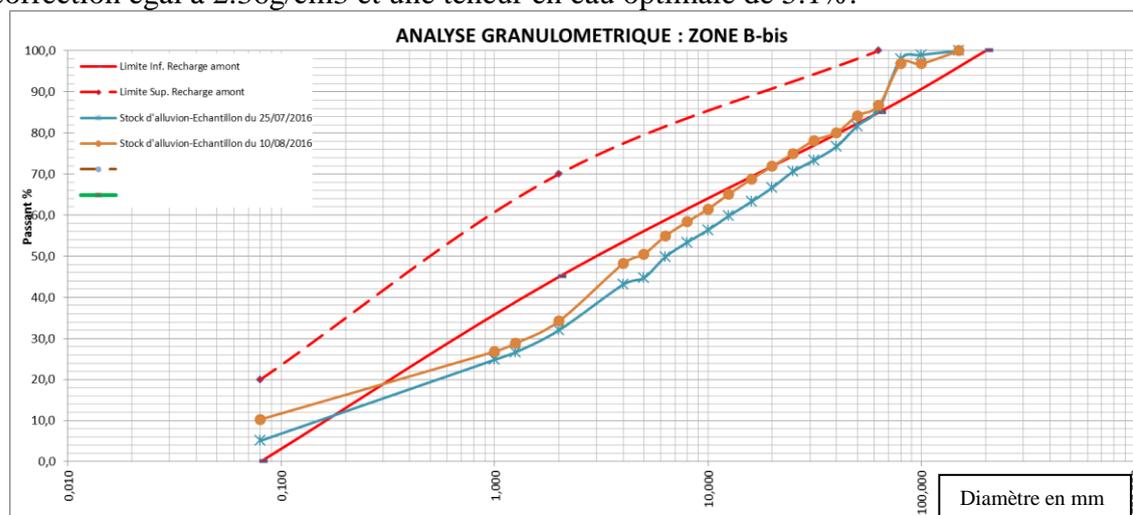
Graph 5 : Analyse granulométrique des alluvions de l'Oued Bougdoura (lavés et criblés) pour le drain.

### 4) Alluvions d'oued pour la recharge amont de la digue de col:

Des alluvions de l'Oued Bougdoura dans la zone B-bis sont utilisés comme recharge amont. Deux prélèvements ont été effectués sur le stock réalisé en aval de la digue de col (voir courbes granulométrique ci-dessous figure 6). Les courbes granulométrique sont proches de la limite inférieure du fuseau proposé par l'exigence,

Des essais de fragmentabilité et de dégradabilité ont été réalisés sur ce matériaux et ont donné un coefficient de dégradabilité égale à 1.3 et un coefficient de fragmentabilité égale à 1.358 ce qui classe ce matériau comme matériaux provenant de roches dures.

Les deux essais Proctor réalisés sur le stock d'alluvions ont donné une densité sèche moyenne après correction égal à 2.36g/cm<sup>3</sup> et une teneur en eau optimale de 5.1%.



Graph 6 : Analyse granulométrique pour les alluvions de la zone Bbis.

### 5) Grès pour la recharge aval:

Il a été proposé l'utilisation des matériaux gréseux provenant de l'excavation de la déviation de la route RN25 pour la réalisation de la recharge aval du barrage et de la digue de col. Les prélèvements effectués pour l'identification de ce matériau donnent une granulométrie étalée et

uniforme (voir courbes granulométriques ci-dessous) en plus l'essai de dégradabilité a donné un coefficient égal à 1,1 et celle de fragmentabilité est de 17,18. Cette roche est classée de dureté moyenne. L'essai Proctor réalisé sur le matériau gréseux pour la recharge aval a donné une densité maximale, après correction de 2.062g/cm<sup>3</sup> et une teneur en eau optimale de 9.6%.

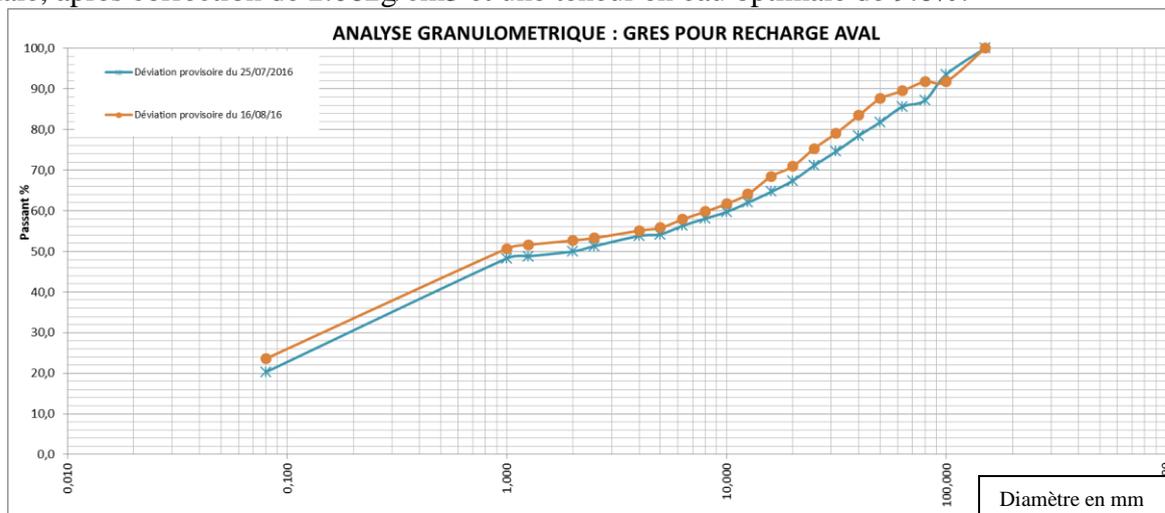


Figure 31 : Analyse granulométrique sur les grès pour la recharge aval

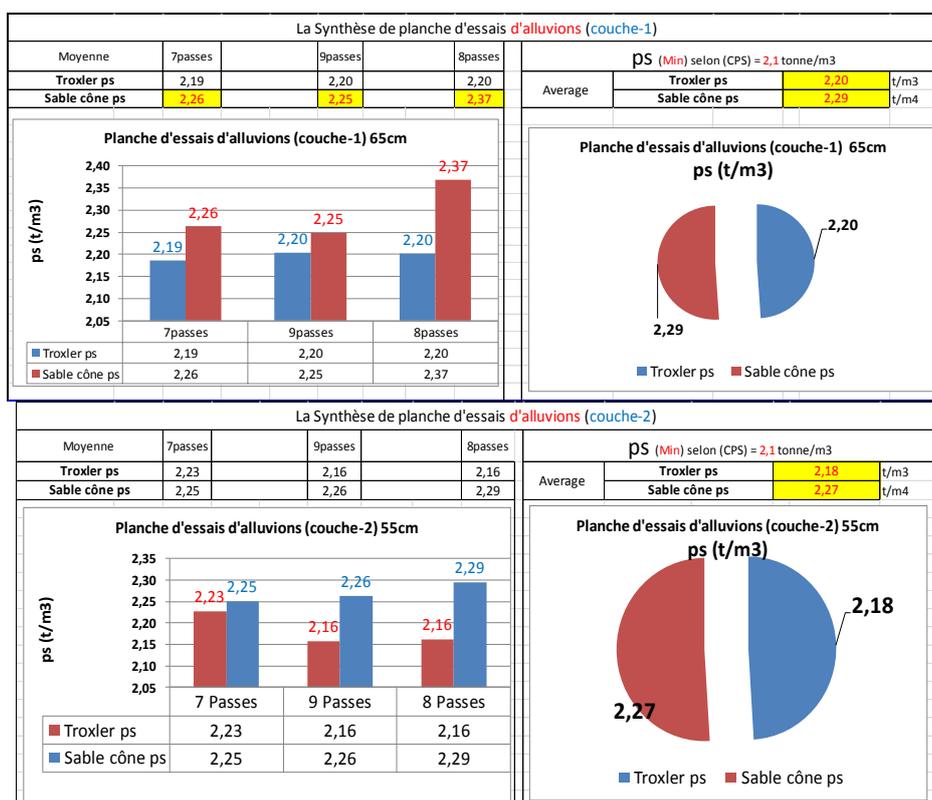
**c) Les planches d'essai pour la recharge aval de la digue de col:**

Les planches d'essai pour la recharge amont en alluvion et la recharge aval en grès ont été réalisées. Les résultats sont comme suit :

**1) Planche d'essai pour la recharge amont en alluvions :**

Deux couches ont été réalisées. La première couche est de 65 cm d'épaisseur et la deuxième est de 55 cm d'épaisseur. Chaque couche est constituée de 3 pistes de 7, 8 et 9 passes de compactage respectivement.

Des mesures de densité avec le gamma-densimètre (Troxler) et sable cône ont été effectuées pour estimer les taux de compacité qui est environ de 94% selon la densité (2,36 t/m<sup>3</sup>) de Proctor modifié.



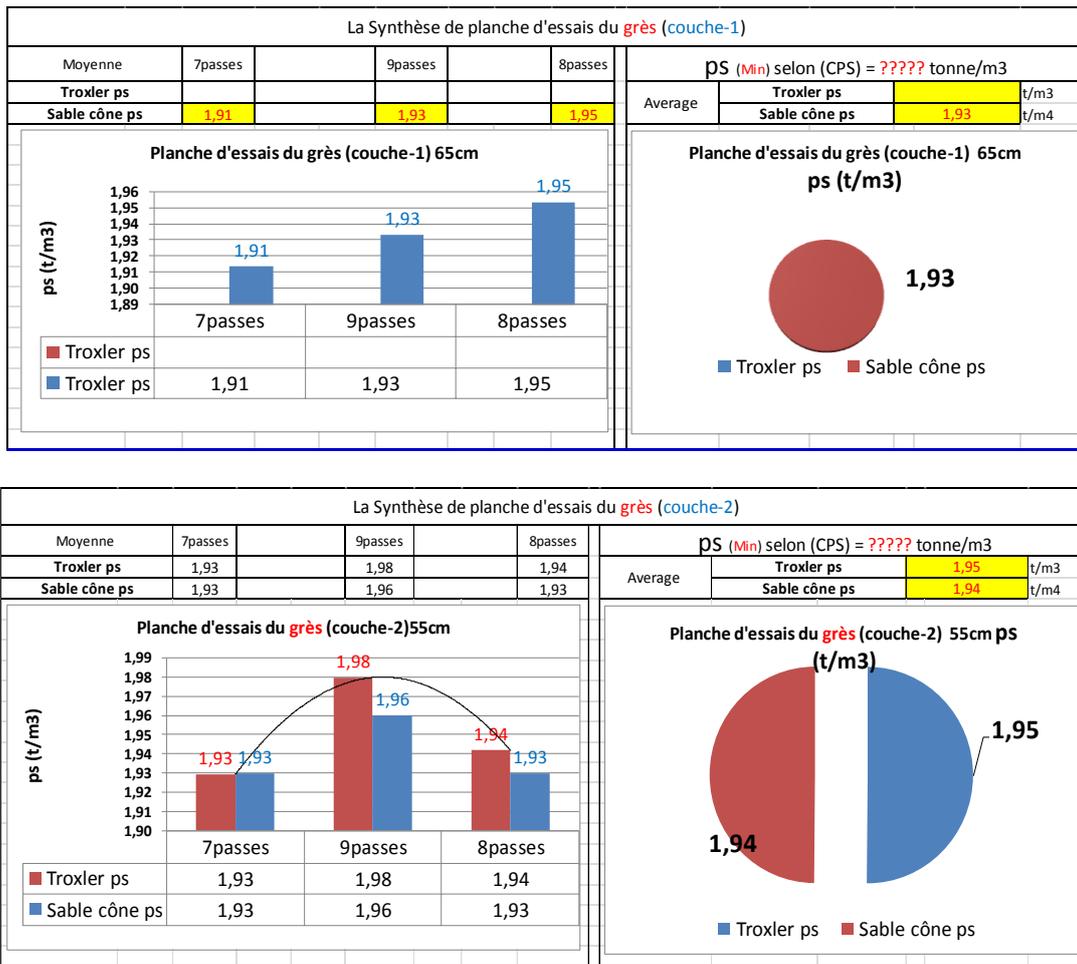
Graphes 7 : Planches d'essais du tout-venant alluvionnaire (TVO) pour la digue de col

Au regard des résultats des deux couches de la planche d'essai, nous pouvons conclure que pour une couche de 65 cm d'épaisseur un nombre de 7 passes est autorisé à être appliqué pour la suite des travaux de mise en œuvre de la recharge amont en alluvions.

**2) Planche d'essai pour la recharge aval en grès :**

De même deux couches ont été réalisées, la première est de 65 cm d'épaisseur et la deuxième de 55 cm d'épaisseur. Chaque couche est constituée de 3 pistes de 7, 8 et 9 passes respectivement. Des mesures de densité avec le gamma-densimètre (Troxler) et sable cône ont été effectuées pour estimer les taux de compacité qui est environ de 94% selon la densité (2,11 t/m<sup>3</sup>) de Proctor modifié.

Au regard des résultats des deux couches de la planche d'essai, nous pouvons conclure que pour une couche de 65 cm d'épaisseur un nombre de passes de 7 est autorisé à être appliqué pour la suite des travaux de mise en œuvre de la recharge aval en grès.



Graph 8 : Planches d'essais sur les couches de grès pour la digue de col

### III-5-2 LES RÉSULTATS DES ESSAIS EFFECTUÉS SUR LES ÉCHANTILLONS ET LES PRÉLÈVEMENTS DES AGRÉGATS DE LA CARRIÈRE DE KEDDARA

#### a) Essais physico-mécaniques sur les calcaires de Keddara:

Ces essais in situ, ont été effectués sur des monolithes prélevés à partir des affleurements superficiels. Les résultats enregistrés sont présentés ci-dessous :

Tableau 10 : Résultats d'essais effectués sur des monolithes prélevés à partir des affleurements superficiels

Nature	Nbre échantillons	P.V (T/m <sup>3</sup> )	P.S (T/m <sup>3</sup> )	Porosité (%)	Absorption d'eau (%)	RC (Mpa)
Assise utile de calcaire	1	2.64	2.68	0.76	0.32	199.6
	2	2.59	2.70	0.64	0.26	121.4
	3	2.60	2.71	0.66	0.24	125
	4	2.60	2.70	0.68	0.27	122

P.V ; poids volumique; P.S poids volumique solide; RC: résistance à la compression)

Les agrégats de la carrière de Keddara ont montrés de bonnes résistances à la fragmentation et usure (LA<30% et MDE<20).

Les tableaux ci-dessous (tableau N°5,6 et 7) montrent d'autres résultats issus d'essais de laboratoire:

Tableau 11 : Résultats des essais effectués sur les échantillons de Keddara et de Boussada au laboratoire.

Fraction	Sable Boussada	0/4mm	3/8mm	8/15mm	15/25mm
Propreté superficielle			8,00%	8,00%	8,00%
Coefficient d'aplatissement			8,00%	8,00%	8,00%
Coefficient Los Angeles			22%	23,50%	23,50%
Coefficient d'absorption	2	2,78	0,72	0,7	
Masse volumique t/m <sup>3</sup>	2,63	2,61		2,6	

Tableau 12 : Résultats d'analyses granulométriques sur les agrégats de la carrière Keddara

Tamis (mm)	63	40	31,5	25	20	16	12,5	10	8,00	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08
Fraction	PASSANT (%)																		
0/4mm									100	98,2	92,7	85,0	63,6	51,0	39,8	26,5	17,1	11,2	7,4
3/8mm							100	99,7	98	95,4	83,0	70,0	18,8	3,6	1,8				
8/15mm					100	97,5	79,8	58,8	29,9	10,0	0,7	0,50							
15/25mm			100,0	99,7	58,7	3,7	0,50												
25/40mm	100	70,7	38,2	7,7	0,4														



Figure 32 : Courbes granulométriques des différentes fractions d'agrégats de Keddara.

Les analyses effectuées sur les agrégats de la carrière de Keddara montrent de très bons résultats pour la construction du barrage.

Les analyses chimiques, à neuf éléments, et la détermination des chlorures ont été réalisées sur un volume total de quarante échantillons prélevés sous forme de monolithes. Les valeurs moyennes du gisement sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Résultats d'analyses chimiques des agrégats de la carrière de Keddara.

Nature lithologique	Eléments chimiques (%)									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Cl	PF
Couches de calcaires	3.22	0.47	0.47	52.09	1.04	0.10	0.12	0.10	0.020	42.17
	0.89	0.11	0.17	54.47	0.67	0.07	0.04	0.04	0.014	43.40
	1.10	0.16	0.13	54.0	0.99	0.07	0.03	0.07	0.008	43.36
	1.73	0.24	0.25	53.52	0.9	0.08	0.06	0.07	0.014	42.64

PF : perte au feu

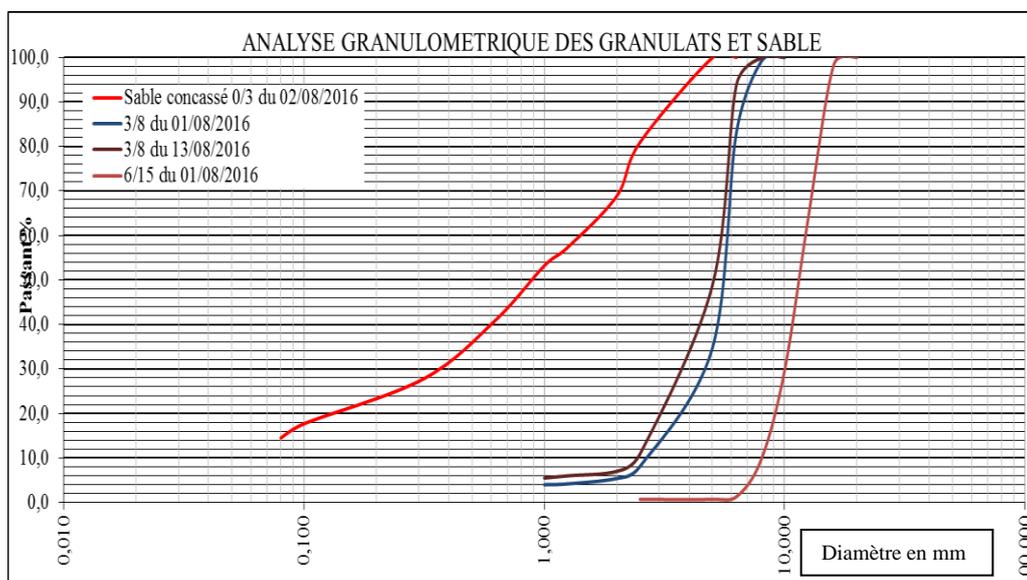
La composition chimique présentée dans le tableau N° 12 signale une teneur moyenne de 53.52% en CaO correspondant à un calcaire de bonne qualité.

Les sulfates et le chlore, qui sont des éléments nocifs dans les calcaires et grés, ont enregistré de très faibles teneurs ( inférieures à 0.20% et inférieure à 0.020% respectivement).

### b) Contrôle des agrégats pour béton :

Les agrégats pour béton contrôlés sont : le sable concassé 0/3, les graviers 3/8 et 8/15mm, provenant de la carrière de Keddara. Les résultats des analyses granulométriques figurent dans le graphe suivant :

Les caractéristiques physiques des agrégats à partir de la roche de cette carrière sont conformes aux normes et spécifications en ce qui concerne la granulométrie, l'Equivalent de Sable (ES), l'aplatissement, l'absorption en eau. (Voir les récapitules des résultats dans les tableaux annexes)



Graph 9 : Analyses granulométriques des granulats et sable de la carrière de Keddara

### Résultats de contrôle du béton de structure :

Le béton de structure, est fabriqué à la centrale à béton du chantier du barrage, pour la réalisation des structures amont et aval des galeries de dérivation provisoire, galeries d'injection, les portails et l'évacuateur de crue etc...

La valeur moyenne de la résistance à la compression (RC), à 7 jours du béton de structure dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> mis en place du 25/01/2018 au 20/02/2018, est de 33 MPa.

La valeur moyenne de la résistance à la compression à 28 jours ,du béton de structure dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> mis en place du 06/01/2018 au 30/01/2018, est de 45.5 MPa.

La qualité de ce béton de structure avec ce type de géomatériaux, est jugé acceptable. (Voir le tableau des résultats en annexe)

### **III-6-PROCÉDÉ DE RÉALISATION DES DIGUES DU BARRAGE ET DE LA PAROI MOULÉE (MISE EN PLACE DES GÉOMATÉRIAUX):**

Ces ouvrages sont achevés (digue de col et paroi moulée figures hors texte ) et en réalisation (Batardeaux et digue principale. J'ai pu à travers les visites du site et l'exploitation des études et rapports de chantier reconstituer les étapes de réalisation des divers ouvrages :

#### **III-6-1 LA DIGUE DE COL :**

L'assise de cette digue, est constituée d'une marne grise saine indurée entre les cotes 110 et 116m NGA, difficilement attaquant à la pelle mécanique.

La mise en place des géomatériaux se fait après décapage du sol agricole, puis soufflage et humidification pour assurer l'accrochage.

- La réalisation du lit de pose, constitué d'une couche en TVC de 50cm, est fixé à la cote 108,5m.
- On commence ensuite la réalisation des zones du noyau en argile de la digue
- Le noyau est encadré par des filtres et drains en sable et graviers alluvionnaires et la recharge amont en alluvions (TVO) et grès en aval, jusqu'à l'enrochement en amont et terre végétale pour le talus aval (Figure hors texte et 35 ). Des couches de transition en TVC sont intercalées comme anti-contaminants.

A chaque mise en place d'un matériau, on compacte avec le nombre de passes prévues (ici 7 passes de compacteur) et on fait des essais pour avoir le taux de compacité, densité et la teneur en eau. ( voir résultats des planches d'essai des graphes 7 et 8).



Photographie 7 : Excavation et remblaiement à la digue de col (TVC, Argiles, transition et enrochement)

Les géomatériaux pour la réalisation de cette digue de col ont été extraits sur le site, sauf les enrochements qui proviennent de la carrière de Kaddara à 80km. Les volumes utilisés sont les suivants:

- Argile pour noyau : 23.000,00 m<sup>3</sup>
- Recharge amont en alluvions : 62.000,00 m<sup>3</sup>
- Recharge aval en grès: 50.000,00 m<sup>3</sup>
- Filtre et drain : 13.000,00 m<sup>3</sup>
- Terre végétale pour le talus aval : 4.000,00 m<sup>3</sup>

### III-6-2 LA PAROI MOULÉE :

La réalisation des travaux d'excavation au niveau du noyau du barrage, pour l'exécution de la galerie d'injection et la mise en place du noyau, nécessite la mise à sec de la fondation du barrage siège des écoulements souterrains dans les alluvions de l'oued Bougdoura.

Pour ce faire, un batardeau amont est indispensable avec une coupure étanche qui arrive jusqu'au substratum rocheux de la fondation est indispensable.

En fond de vallée au droit du site de la digue principale, une campagne de reconnaissance a montré une grande perméabilité (de l'ordre de  $10^{-4}$  cm/sec) des matériaux alluvionnaires. La réalisation d'un écran d'étanchéité par injection de béton dans les alluvions à partir de sondages d'injection n'aura aucun effet pour arrêter les venues d'eau de l'inféro-flux de l'oued Bougdoura.



Photographie 8 : Photo des caisses des sondages carottés dans les alluvions jusqu'au substratum schisteux.

Entreprise	Sarl GEOMAG                      Sondage Axe oued P12 aout 2016		
Projet	Construction du Barrage de Souk Tleta (W. TIZI OUZOU)		
Objet	Reconnaitances géologiques et géotechniques complémentaires		
Passé	Lithologie	% Récup.	
0.00-1.15m	Grave et cailloux de nature essentiellement calcaire, à niveau limoneux à la base.	100	
1.15-2.05m		100	
2.05-3.00m		100	
3.00-4.00m	Limon sableux, peu graveleux, à quelques cailloux.	81	
4.00-5.00m		70	
5.00-6.00m	Cailloux et grave fine à moyenne, à fraction sableuse très mal récupérée.	80	
6.00-7.00m		80	
7.00-8.00m		83	
8.00-9.00m		78	
9.00-10.00m		68	
10.00-11.00m		Sable moyen, graveleux (grave fine à moyenne), à quelques cailloux.	60
11.00-12.00m			60
12.00-13.00m	60		
13.00-13.90m	65		
13.90-15.00m	Fragments rocheux de nature essentiellement calcaire à parfois schisteuse (jusqu'à 15.80m)	100	
15.00-17.50m	(De 15.80m) : Schiste gris, peu à très peu altéré, à roche tendre à très tendre, à calcite recristallisée au niveau des fractures et joints.	65	
17.50-18.50m		100	

Figure 33 : Description lithologique du sondage au droit du site de la paroi moulée

Face à ces conditions, la réalisation d'une paroi moulée avec un béton plastique étanche, dans une tranchée qui traverse les alluvions de l'oued de rive en rive, est indispensable. Elle sera encadrée

Etude des géomatériaux de carrière pour digues de barrage Qualité et mise en place : Cas du barrage de Souk N'Tleta (Tizi-Ouzou)  
 dans les alluvions et ancrée dans le substratum schisteux dur. Elle sera enchâssée dans la base du noyau du batardeau amont.

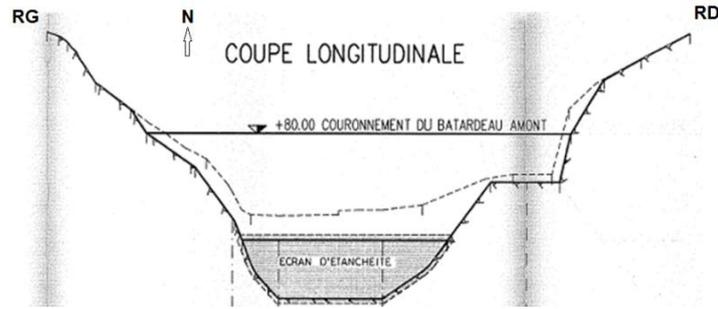


Figure 34: Coupe en travers du site de la digue montrant la paroi moulée étanche barrant le profil de l'oued



Photographie 9 : Vue du batardeau amont en enrochement et mise en place du noyau argileux de la digue sur la paroi moulée par compactage au rouleau « pied de mouton » (ici mesure de la densité au Gamma densimètre)

La coupe type du batardeau amont est présentée dans les figure et photographies suivantes :

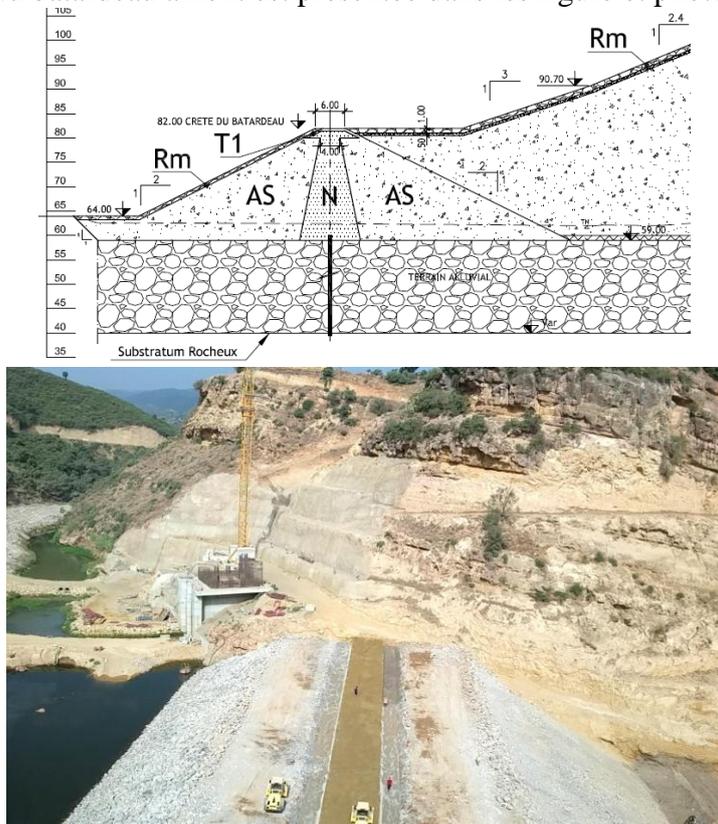


Figure 35 : Coupe en travers du site du batardeau surmontant le noyau et la paroi moulée ancrée dans le substratum rocheux (schistes) et vue du batardeau amont avec enrochement et noyau en argiles, portails amont des dérivations (à gauche).

### a) Les Caractéristiques de la paroi moulée sont :

- Nature : béton plastique constitué de ciment portland, bentonite, agrégats et eau.
- Épaisseur : 60 cm,
- Longueur : 54.8 m
- Profondeur maximale : 19.5 m au milieu de l'oued,
- Surface réalisée : 789 m<sup>2</sup>,
- Quantité de béton plastique : 806 m<sup>3</sup>.

Pour la réalisation de la paroi moulée on commence par la réalisation des murs guides au niveau l'axe de la Paroi-Moulée. Puis excavation par tranchée (panneau de 60cm de largeur) jusqu'à arriver au substratum schisteux où elle sera ancrée de 50 cm minimum, selon la consistance du terrain.

En cours de l'excavation, le panneau est toujours rempli de boue de bentonite épaisse pour soutenir les parois d'excavation et éviter les éboulements.

Avant le bétonnage la teneur en sable de la boue d'excavation doit être inférieure à 4%.

Le coulis de bentonite pour béton plastique est soumis périodiquement à des essais pour vérifier ses caractéristiques de densité (1.05) et de viscosité (32 s).

Une fois l'excavation achevée, on procède à l'opération de bétonnage qui sera faite sans interruption à partir du fond du panneau jusqu'à atteindre le niveau des murettes guide en utilisant des tubes plongeurs (photographies suivantes).

### b) Préparation du béton plastique :

Pour la préparation du béton il faut :

- Un ciment CPJ CEMII 42.5 produit par la société des ciments de Sour el Ghzlane ( SCSEG), filiale du groupe GICA ;
- D'agrégats (0/3, 3/8 et 8/15) produits de la carrière de Keddara (W. Boumerdes) ;
- La bentonite pour la fabrication de la boue de bentonite produite par la société des bentonites d'Alger BENTAL du groupe ENOF, provenant des carrières de Hammam Bouhrara (W.Tlemcen);
- Eau pour la fabrication de la boue provenant de l'oued.

### c) Préparation de la boue de bentonite :

La boue de bentonite est préparée à base de bentonite de Hammam Bouhrara et d'eau.

- Densité de la boue de bentonite : 1.05 g/cm<sup>3</sup> (321 L d'eau /32,1 Kg de bentonite en poudre)
- Viscosité de la boue de bentonite : 32 s

Le coulis de bentonite de rebut qui remonte, chassé par le béton bentonitique, est pompé vers des bassins de récupération.



Photographie 10 : Réalisation des murs guide au niveau l'axe de la paroi moulée et remplissage des panneaux de bentonite.



Photographie 11: Vues des engins d'excavation et de bétonnage de la Paroi-Moulée, avec tubes plongeurs et de pompage

Le profil d'excavation le long de l'axe de la paroi moulée montrant l'ancrage de celle-ci dans le substratum schisteux et la coupe transversale amont-aval sont présentés par la figure suivante.

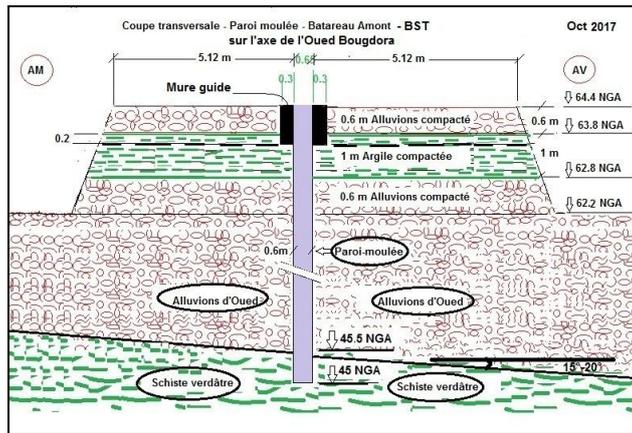


Figure 36 : Coupe transversale de la paroi moulée sur l'axe de l'oued Bougdoura.

### III-6-3 LA DIGUE PRINCIPALE ET SES OUVRAGES ANNEXES :

Le barrage de Souk NTleta sera constitué de la digue principale et de ses ouvrages annexes dont l'évacuateur de crue, des galeries de dérivation, des galeries d'injections et de prospection, écrans d'étanchéité souterraine par injection, des forages de drainage, des voies d'accès, et des déviations des routes nationales (RN12) et de wilaya (CW 128) (figure 6).

Au droit de la Digue principale du barrage seront menés des décapages des alluvions, des parois du berceau, lors de la réalisation des galeries de dérivation, d'injection et de vidange, évacuateur de crue et écran d'étanchéité.

La digue sera constituée en géomatériaux meubles extraits sur le site en provenance d'alluvions d'oueds, de colluvions des zones d'argiles, des rives gauche et droite du barrage, des galeries, sauf les enrochements et les agrégats pour les bétons, qui proviennent de la carrière de Kaddara à 80km. Les autres géomatériaux de terrassements excavés et autres ouvrages sont réutilisés en recharge des digues. Ce sont en nature et volumes (figure 37 suivante) :

- N : noyau central en colluvions argileuses : 300.000,00 m<sup>3</sup>
- AS : recharge à l'amont en alluvions graveleuses-sableuses (0/200) : 660.000,00 m<sup>3</sup>
- G : recharge à l'aval en blocs de grès (0/200) : 634 000,00 m<sup>3</sup>
- Rm : parement amont constitué d'enrochements en calcaire dont les blocs varient entre 150 et 750 cm : 65 880,00 m<sup>3</sup>
- F : Filtre et D : Drain en sables et graviers alluvionnaires lavés et criblés : 106.580,00 m<sup>3</sup>
- T : grès en couches de transition en matériaux alluvionnaire et grès: 60 580,00 m<sup>3</sup>
- la protection pour le talus aval sera réalisée en terre végétale provenant du décapage des zones d'emprunts :4.000,00 m<sup>3</sup>.
- Agrégats (0/3-25 mm) pour Bétons: 80 000,00 m<sup>3</sup>
- Bentonite pour béton plastique pour la paroi moulée: 80,60 m<sup>3</sup>

Ses caractéristiques dimensionnelles sont (Figures :

- Hauteur de 95m
- Cote de la crête : 130.70NGA
- Longueur en crête : 156 m
- Largeur de la crête : 10 m

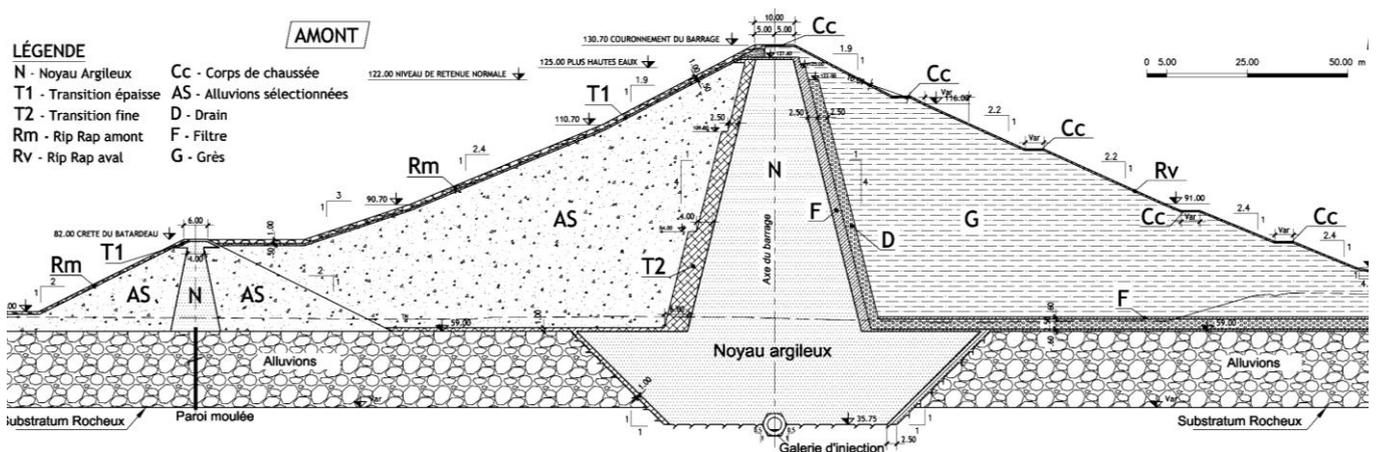


Figure 37 : Digue principale du barrage de Souk NTleta avec son noyau ancré et les couches de drainage, de filtration et de remplissage amont et aval.

L'assise de la digue principale, est constituée d'une couche d'alluvions qui surmonte des schistes (Cf Géologie et figure 37 précédente).

La mise en place des géomatériaux se fait après des travaux d'excavation au niveau de l'axe du barrage, jusqu'au substratum rocheux sous les alluvions (épaisseur de 20 m en moyenne) et décapage des versants au niveau du berceau (Figures 3, 4 et 37-38).

Cette étape a nécessité au préalable la mise à sec de la fondation du barrage, siège des écoulements inféro-flux dans les alluvions de l'oued Bougdoura par la déviation des écoulements (par galeries) et étanchéité souterraine par paroi moulée et batardeau en amont.

La mise en place du noyau se fait par encrage dans le substratum rocheux par couches d'argiles compactées à l'optimum Proctor comme défini par les planches d'essais. Le nombre de passes prévus est de 7.

Le noyau est encadré, comme on le voit sur la photographie 10 et la figure 37, par des Filtre et drain en sable et graviers alluvionnaires et la recharge amont en alluvions (TVO) et grès en aval, jusqu'à l'enrochement en amont et Terre végétale pour le parement en aval. Des couches de transition en TVC sont intercalées comme anti-contaminant.

A chaque mise en place d'un matériau, on compacte avec des essais pour avoir le taux de compacité, densité et la teneur en eau. ( voir résultats des planches d'essai des graphes 7 et 8).



Photographie 12 : Vue du site de la digue principale en aval du batardeau amont (avec enrochement et noyau en argile, excavation du berceau de la digue principale au fond galerie d'injection en rive droite.

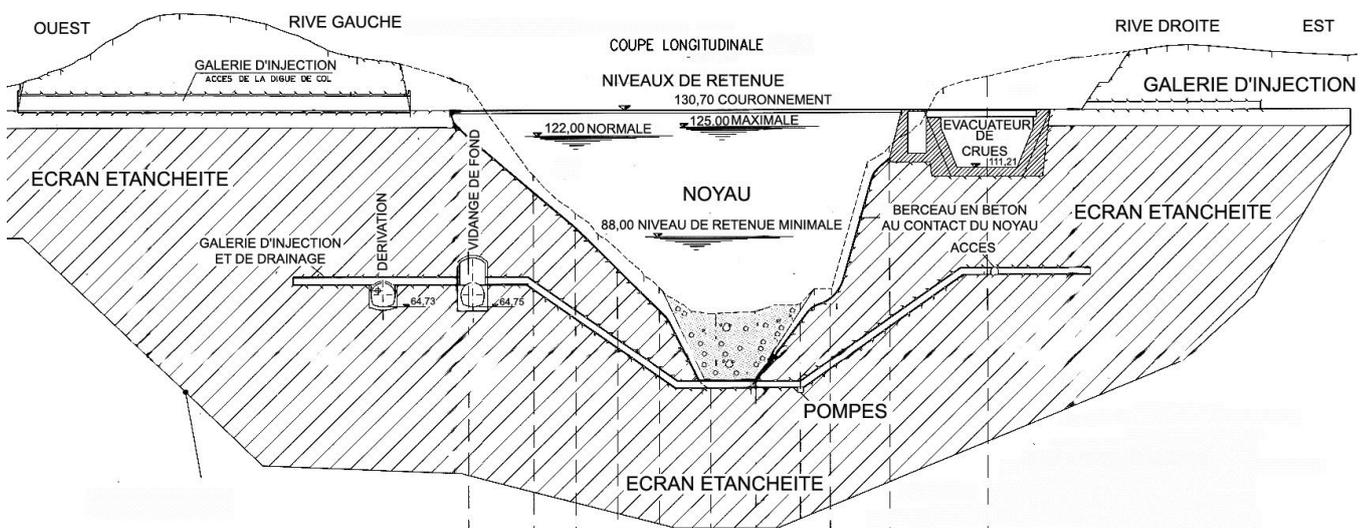


Figure 38 : Coupe Est\_Ouest au droit de la Digue principale du barrage de Souk NTleta avec décapage des alluvions, des parois du berceau, les galeries de dérivation, d'injection et de vidange, évacuateur de crue et écran d'étanchéité.

## **CHAPITRE IV :**

### **Les géosynthétiques en substitution aux geomateriaux dans les digues de barrage**

## CHAPITRE IV

### Les géosynthétiques en substitution aux geomateriaux dans les digues de barrage

#### IV-1- INTRODUCTION:

Un géosynthétique est un produit à base de polymères synthétiques ou naturel, qui se présente sous forme de nappe, de bande ou de structure tridimensionnelle. Il est utilisé en contact avec le sol ou avec d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique, du génie civil et de l'environnement.

Ils se divisent en :

- Les géotextiles (non tissés, tricotés ou tissés);
- Les géomembranes et les géosynthétiques bentonitiques.

#### IV-2- FONCTIONS DES GÉOTEXTILES ET PRODUITS APPARENTÉS (COMITÉ FRANÇAIS DES GÉO SYNTHÉTIQUES CFG 2015)

Les géotextiles et produits apparentés peuvent remplir, dans les domaines de la géotechnique et du génie civil où ils sont utilisés, différentes fonctions (figure suivante):

- ✓ **La séparation** : prévention du mélange de deux sols ou de matériaux de remblais adjacents de natures différentes;
- ✓ **La filtration** : rétention du sol, ou d'autres particules soumises à des forces hydrodynamiques, tout en permettant le passage de fluides à travers ou dans un géotextile, ou un produit apparenté aux géotextiles. Le géotextile permet de créer un auto filtre dans le sol en amont;
- ✓ **Le drainage** : collecte et transport des eaux, souterraines et/ou d'autres fluides dans le plan d'un géotextile ou d'un produit apparenté aux géotextiles ;
- ✓ **Le renforcement** : utilisation du comportement en traction-déformation d'un géotextile ou d'un produit apparenté, afin d'améliorer les propriétés mécaniques du sol ou d'autres matériaux de construction;
- ✓ **La protection** : prévention ou limitation des endommagements localisés d'un élément ou d'un matériau donné, en utilisant un géotextile ou un produit apparenté ;
- ✓ **La lutte contre l'érosion de surface** : utilisation d'un géotextile ou d'un produit apparenté aux géotextiles, afin d'éviter ou délimiter les mouvements du sol ou d'autres particules à la surface.

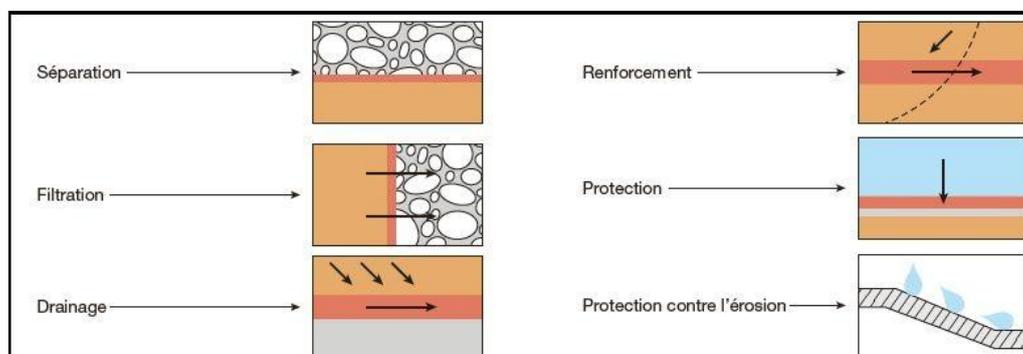


Figure 39 : Principales fonctions des géotextiles (Comité français des géo synthétiques).

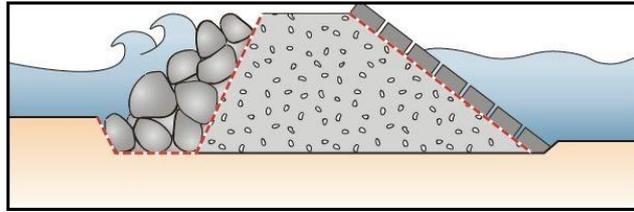


Figure 40: Schéma d'utilisation d'un géotextile en filtration sous enrochement CFG (2015).

Pour garantir la fonction de filtration, le géotextile doit satisfaire aux exigences suivantes:

**Caractéristiques fonctionnelles:** Ouverture de filtration adéquate et nombre de constriction optimisé pour stabiliser le squelette du sol et éviter tout risque de colmatage et d'érosion interne, souplesse suffisante pour assurer un bon contact avec la surface de sol, et perméabilité élevée garantissant le libre passage de l'eau.

**Caractéristiques liées à la mise en œuvre:** Des valeurs minimales d'allongement, d'énergie absorbable et de résistance au poinçonnement doivent être spécifiées pour éviter des endommagements lors de la mise en place de la protection externe en enrochements.

**Caractéristiques à long terme:** Les caractéristiques fonctionnelles doivent être préservées tout au long de la durée de vie de l'ouvrage, en vérifiant particulièrement la compatibilité chimique et biologique du géotextile avec le milieu extérieur, sa résistance aux rayons U.V, mais aussi la stabilité du filtre granulaire ainsi que la perméabilité du système.

**Caractéristiques liées à la mise en œuvre:** Lors de la phase de mise en œuvre de la structure externe, les géotextiles sont soumis à de fortes contraintes mécaniques.

- Si la chute des blocs s'effectue d'une grande hauteur, le filtre géotextile est exposé au risque de perforation dynamique. Le degré de sollicitation dépend de l'énergie de chute, du type de bloc ainsi que des caractéristiques du sol. La méthode de dimensionnement pour le critère de mise en œuvre se base sur les longues expériences de chantier ainsi que sur des essais sur site tenant compte des paramètres essentiels : énergie de chute, forme du bloc, type de sol et rigidité du sol.

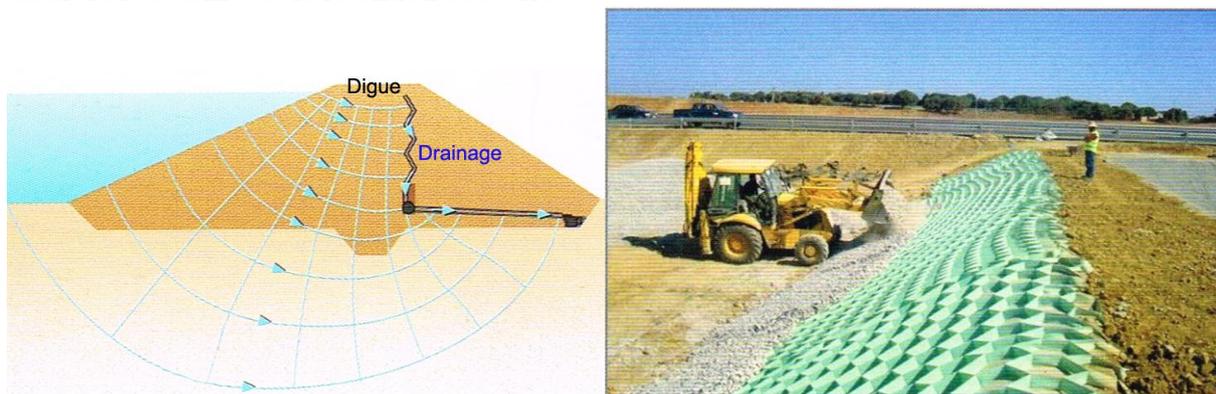
- Plus le sol support est mou, moins le risque de perforation dynamique est important puisque l'énergie de la chute est absorbée par la déformation du sol. Dans un tel cas, l'allongement à l'effort maximum du filtre géotextile est un facteur décisif : des allongements supérieurs à 50 % sont indispensables. En cas de sol support rigide, l'énergie du bloc est transformée en compressions locales ce qui présuppose une haute résistance au poinçonnement.

- Si on lâche un bloc sur une couche secondaire de cailloux plus petits déjà en place sur le géotextile, le danger d'endommagements peut tout de même être important: l'énergie de chute du plus grand bloc peut se transmettre directement sur le géotextile par l'intermédiaire d'un seul caillou à arêtes vives.

### IV-3- UTILISATION DE GÉOTEXTILE DANS LA RÉALISATION DU BARRAGE SOUK N'TLETA:

Nous nous referons à un exemple d'utilisation et de substitution de géosynthétiques dans un aménagement de barrage qu'il est possible de transposer dans notre cas. Nous proposons un géotextile en tant que filtre et un autre en tant que niveau de transition dans les parements Amont et Aval (Voir schémas suivants).

Sur le parement aval de la digue de col, un géosynthétique en alvéoles (ALVEOTER de AFTEX en annexe) pour retenir les terres sur talus, peut être déployé et remplis de terre végétale. Il assurera la stabilité et la rétention des terres.



Photographie 13: Images qui représentent l'utilisation des géotextiles et de ALVEOTER.

#### IV-3-1 EXEMPLE DE SUBSTITUTION DU FILTRE GÉOTEXTILE AU FILTRE NATUREL GRAVIER+SABLE D'UNE DIGUE DU BARRAGE :

Monsieur Bouneffa MOM, dans son étude sur "Substitution du filtre géotextile au filtre naturel gravier+sable de la digue du barrage de Hamouda (Bougara –Blida)" présenté à la Journée Technique sur "Les Geosynthétiques dans les domaines de l'Eau, l'Environnement, l'Aménagement et la Construction" organisé le jeudi 26 janvier 2017 par le Laboratoire des Eaux de l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, en partenariat avec la société AFITEX ALGERIE, donne un comparatif et des conclusions intéressantes :

- Un filtre en sable-gravier revient à 1519,86DA/ m<sup>2</sup>, ou 1 264,12DA/m<sup>3</sup> alors qu'avec un Géotextile le m<sup>2</sup> revient à moins de la moitié soit 669,43DA/m<sup>2</sup> (39% en moins)
- Des incidences sur les impacts environnementaux sont également à mettre en avant en carrière, en transports dans le mouvement des matériaux par une flotte de camions et en mise en œuvre rapide et aisée sans nuisances des engins et sans émissions de poussières et de bruit.

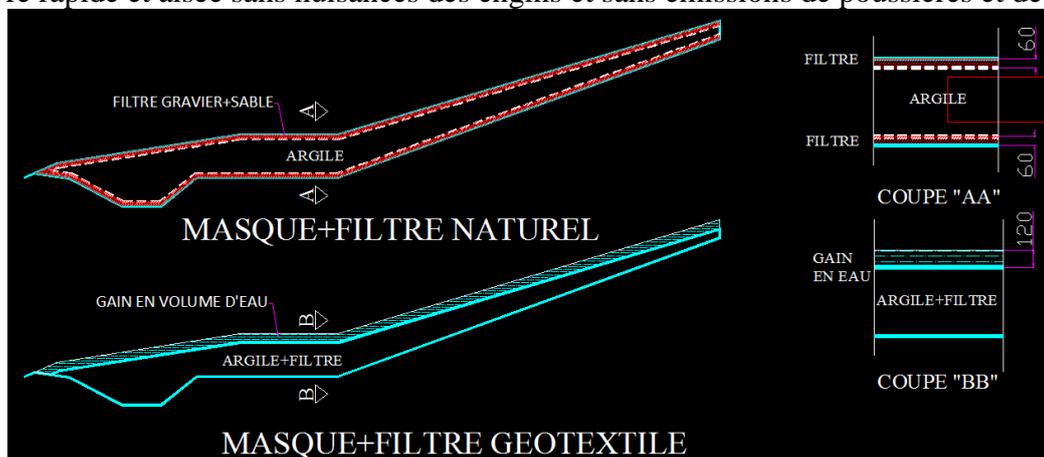


Figure 41: Etude comparative des volumes, mise en oeuvre et des coûts entre un Filtre naturel (sable et gravier) et un Filtre géotextile (Bouneffa MOM 2017)

### IV-3-2 SUBSTITUTION DES GÉOSYNTHÉTIQUES DE GÉOTEXTILE DANS LA RÉALISATION DU BARRAGE SOUK N'TLETA

Dans notre cas, nous proposons un géotextile en tant que filtre, un autre en tant que niveau de transition dans les parements Amont et Aval et sur le parement aval de la digue de col, un géosynthétique en alvéoles pour retenir les terres végétales sur talus (Figure suivante ).

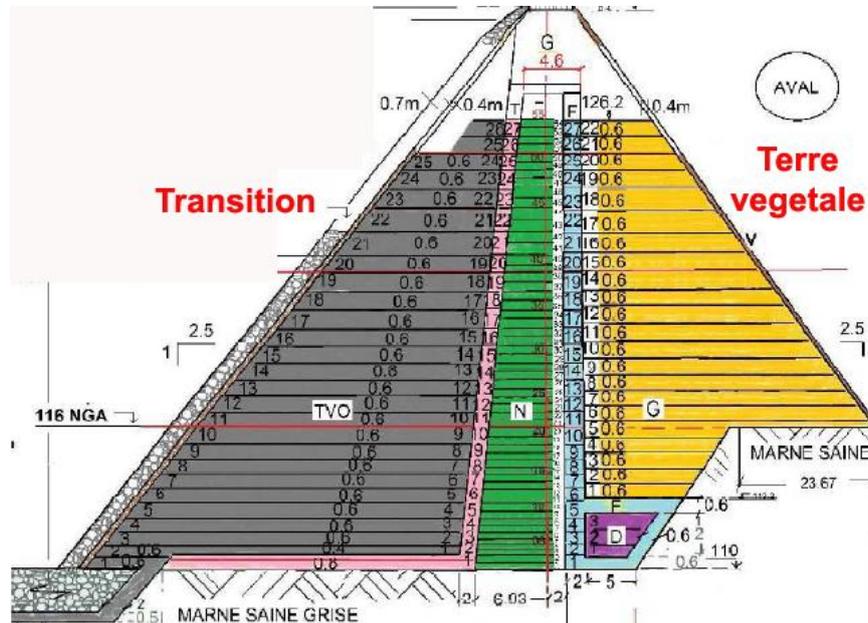


Figure 42 : Proposition de substitution du niveau de transition par un géotextile en amont et mise en place d'un géotextile alvéolé rempli de terres végétales en aval des digues du barrage de Souk NTleta.

On a un tableau des prix des agrégats de la carrière Keddara en 2018 :

Désignation	Unité	Prix unitaires DA	Le prix moyen DA
Sable 0/4	M <sup>3</sup>	840.00	752.00
Fraction 3/8	M <sup>3</sup>	650.00	
Fraction 8/15	M <sup>3</sup>	770.00	
Fraction 15/25	M <sup>3</sup>	750.00	
Mise en œuvre	M <sup>2</sup>	200.00	

Tableau 14 : Niveau de prix des agrégats de la carrière Keddara en 2018

Désignation	Unité	Prix unitaires DA
Géotextile	M <sup>2</sup>	120.00
Mise en œuvre	M <sup>2</sup>	200.00

Tableau 15 : Niveau de prix des géotextiles en 2018

**Soit la surface de la digue de col 14750 m<sup>2</sup> et une épaisseur de 0,40m**

✓ Le coût du volume de géomatériaux utilisé pour le lit de pose de la digue de col est :

$$(14\ 750 \times 0.40) \times 752.00 = 44\ 368.00\ \text{DA}$$

✓ Le coût du géotextile pour la digue de col est de :

$$14\ 750 \times 200.00 = 29\ 500.00\ \text{DA}$$

**Soit la surface de la digue principale 22 192,50 m<sup>2</sup>**

✓ Le coût du volume de géomatériaux utilisé pour le lit de pose de la digue est :

$$(22\ 192,50 \times 0.50) \times 752.00 = 8\ 344\ 380.00\ \text{DA}$$

✓ Le coût de géotextile pour la digue principale est de :

$$22\ 192,50 \times 200.00 = 4\ 438\ 500\ \text{DA}$$

On peut résumer que:

Le coût du m<sup>3</sup> utilisé pour le lit de pose des deux digues est de:

$$44\ 368.00 + 8\ 344\ 380.00 = 8\ 388\ 748.00 \text{ Da}$$

Le coût de géotextile pour les deux digues est de:

$$29\ 500.00 + 4\ 438.500 = 4\ 468\ 000.00 \text{ Da}$$

L'étude comparative des volumes, mise en œuvre et des coûts entre un filtre naturel (lit de pose) et le géotextile montre qu'un filtre naturel revient à 752.00 Da /m<sup>3</sup> alors qu'avec un Géotextile le m<sup>2</sup> revient à moins de la moitié soit 200.00Da/m<sup>2</sup>.

Ces résultats, en plus de l'impact d'acheminement et de mise en œuvre réduit, nous incite à proposer cette substitution.

## **CHAPITRE V :**

### **Impacts sur l'environnement en phase de construction d'un barrage et des carrières**

## CHAPITRE V

### Impacts sur l'environnement en phase de construction D'un barrage et des carrières

Depuis le début de mes visites sur le chantier du barrage et de ses carrières en Octobre 2017, les différentes formes de nuisances constatées et les déchets issus lors de la phase de construction sont décrits ci-après.

#### V-1- IMPACTS DU AU CHANTIER DU BARRAGE

- Les poussières prévenant de la station de concassage, des voies de circulations des engins et le tir à l'explosif pour excavation. Cette poussière engendre des nuisances sur le personnel du chantier et des habitants des alentours, par la pollution relative de l'atmosphère.
- La déforestation du relief initial d'une partie de la forêt ce qui engendre la disparition des habitats existant dans le site du barrage. Une autre partie sera inondée.
- Les rejets liquides : On distingue, d'une part, les eaux dites domestiques, utilisées pour l'hygiène humaine, le nettoyage des biens et tout usage analogue et, d'autre part, les eaux dites autres que domestique, utilisées par l'unité les effluents liquides provenant des sanitaires présentant un caractère urbain.
- Les déchets solides : Ils sont constitués principalement des bidons vides de lubrifiants et graisses, les emballages des adjuvants (sacs ou bidons de graisse et lubrifiants, batteries usagées, pneus, etc) et aussi les chiffons souillés de lubrifiants et graisses.
- Les émissions gazeuses : les agents atmosphériques émis seront :  
Les poussières issues du procès du déchargement et chargement du sable ainsi que celles de la circulation des véhicules sur site, les poussières de ciment lors du remplissage des silos de la centrale a biton du chantier du barrage. Les gaz échappés des véhicules et les gaz émanant de la combustion de gasoil du groupe électrogène.
- Les huiles lubrifiantes sur l'environnement : Les huiles lubrifiantes peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement en cas de pertes accidentelles. Sachant qu'il n'y aura pas d'utilisation de quantités importantes des huiles lubrifiantes et graisses sur le site l'impact sera non significatif.
- Gasoil sur l'environnement : Le produit liquide ressenti sur site est le gasoil. Il est utilisé comme combustible pour le groupe électrogène. Il peut s'infiltrer sous les nappes phréatiques et contaminées les eaux des oueds.



Photographie 14 : Nuisance des poussières du chantier du barrage de Souk NTleta

#### V-2- LA CARRIÈRE DE KEDDARA

L'exploitation d'une carrière a un impact direct sur l'état initial du site et de son environnement et peut provoquer des nuisances lors de sont exploitation.

Les impacts peuvent être durables tel que le changement de la morphologie du site ou cesser après exploitation comme le bruit, les poussières, les vibrations, l'entraînement et le lessivage par les eaux des débris et polluants....

## **V-2-1 IMPACTS SUR LE PAYSAGE**

Dégradation du paysage lié à la création du chantier et lors du défrichage et excavations de la réalisation de ces voies d'accès, talus et fronts de taille, aires de concassage et de stockage.

### **V-2-2- IMPACTS SUR LES EAUX**

Les contraintes de l'exploitation des carrières sur les eaux sont:

- La modification de l'écoulement hydrique.
- Les eaux de surface et souterraines peuvent être polluées.
- Le massif de Keddara est traversé par l'oued du même nom et renferme une nappe de type karstique avec présence de cavités et grottes ainsi qu'une importante fissuration.  
De ce fait les eaux qui lessivent les aires d'impact de la carrière se chargent de diverses particules, huiles et carburants des engins et camions, ainsi que les divers déchets liés à l'activité de la carrière.
- Les éléments solides, poussières, sables et graviers, sont entraînés vers la retenue d'eau du barrage de Keddara situé en aval.
- La qualité des eaux d'infiltration subit des modifications, suite à l'augmentation de leur turbidité et à l'action de divers polluants.



Photographie 15 : Impacts de l'exploitation du concasseur d'agrégats : Bruits et poussières

### **V-2-3- IMPACTS LIÉS AU BRUIT:**

L'exploitation de la carrière engendre des nuisances liées aux bruits provoqués par la circulation des véhicules et engin sur le chantier et les voies d'accès, les excavations, le concassage et criblage des matériaux ainsi que lors des tirs à l'explosif.

### **V-2-4- IMPACTS LIÉS AUX POUSSIÈRES:**

Les poussières constituent la principale source de pollution de l'air lors des travaux d'exploitation. Elles seront occasionnées par la foration, l'abattage des blocs, les excavations, la circulation des camions et des engins de chantier et au fonctionnement de la station de concassage et criblage des matériaux ainsi que lors des tirs à l'explosif.

Les poussières peuvent entraîner des nuisances sur :

- L'environnement immédiat en recouvrant les chaussées des routes, habitations et la flore avec un impact sur la photosynthèse chez les végétaux.
- La santé des personnes : inhalation des poussières.

### V-2-5- LES VIBRATIONS:

L'utilisation des explosifs, l'abattage, la circulation des gros engins et les concasseur-cribleurs provoquent des vibrations. Si elles dépassent un certain seuil, elles sont une gêne par le voisinage et peuvent causer des dégâts aux constructions et provoquer des mouvements des roches fissurées qui constituent des nappes aquifères.



Photographie 16 : Impacts de l'exploitation de la carrière d'agrégats de Keddara : Bruits et poussières

### V-3- MESURES D'ATTÉNUATION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT:

#### V-3-1- LA CARRIÈRE DE KEDDARA

La carrière de KEDDARA a fait l'objet par la SARL chargée de sa gestion d'une étude d'impact sur l'environnement réalisée par le BET BEY ALIOUAT expert en environnement. Cette étude prévoit en outre un plan de gestion environnementale, des mesures d'atténuation et de compensation. Toutefois j'ai relevé sur les lieux des recommandations importantes qui ne sont visiblement pas prises en charge. Il s'agit de :

- L'utilisation de brumisateurs en continu.
- La réduction des émanations de poussières par arrosage préliminaire avant la reprise de l'intensité du travail, des pistes ainsi que de la plate-forme de concassage.
- L'obligation de porter les masques anti-poussières par les ouvriers travaillant à proximité.
- L'utilisation des casques antibruit par le personnel de la carrière

### **V-3-2- CHANTIER DU BARRAGE**

En ce qui concerne le chantier du barrage, je recommande :

- La réduction des émanations de poussières par arrosage préliminaire avant la reprise de l'intensité du travail, des pistes ainsi que la plate-forme de concassage.
- L'obligation de porter les masques anti-poussières pour les ouvriers travaillant à proximité.
- La plantation des brise-vents autour de la station de concassage et de toute la périphérie du périmètre d'exploitation.
- L'équipement de la station d'un système de dépoussiérage pour atténuer les effets de la poussière.
- L'arrosage des voies de circulation des camions et engins, avec limitation de la vitesse (20 km/h), afin de limiter l'envol des poussières.
- L'utilisation des perforatrices rotatives qui sont beaucoup moins bruyantes.
- La perforation avec injection d'eau ce qui diminue la poussière à l'intérieur des galeries.
- L'utilisation des moteurs électriques qui sont plus silencieux et moins polluants.
- Les produits résultants de l'entretien des engins et camions ne seront en aucun cas rejetés dans la nature. Ils devront être triés et stockés dans des endroits isolés avec un étiquetage, puis repris par des spécialistes de gestion et d'élimination des déchets.
- La préférence des TVC grès par rapports aux TVO.

## CONCLUSION GENERALE

Le barrage de Souk N'Tleta, en cours de réalisation, est situé dans le bassin versant de l'oued Bougdoura, affluent du Sébaou dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Il a une capacité de 98 millions de m<sup>3</sup> d'eau et une hauteur de 95 m. Il est implanté sur un substratum de schistes et appuyé contre des contreforts gréseux. Il est réalisé avec des géomatériaux locaux issus du site en provenance d'alluvions de l'oued Bougdoura et ses affluents, de colluvions des zones d'argiles de sa cuvette, et des excavations des rives gauche et droite du barrage et des galeries. Les enrochements et les agrégats proviennent de la carrière de Kaddara distante de 80km. La bentonite et les ciments pour le béton plastique et les bétons de structures sont acheminés des usines de transformation. Ces géomatériaux, pour la réalisation des digues, sont évalués à plus de deux millions de mètre cubes. Ils sont constitués :

- d'alluvions (TVO) pour les filtres et drains et la recharge amont,
- d'argiles pour les noyaux,
- de grès concassés (TVC) pour les couches de transition et la recharge aval,
- de calcaires pour les agrégats et de blocs de carrières pour les bétons et l'enrochement,
- de terre végétale pour les talus en aval.

Dans ce travail, avec l'aide de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT), nous avons étudié ces géomatériaux. Nous avons ainsi participé aux prospections sur les sites des carrières et des digues, aux études d'identification, caractérisation et techniques d'essais et analyses in-situ et au laboratoire de chantier du barrage, réalisés sur les géomatériaux et les assises des ouvrages. Nous avons également assisté aux travaux de pose et de mise en place (mise en œuvre) des géomatériaux des différents ouvrages du barrage avec les essais d'eau et de compactage réalisés lors du suivi. L'organisation et la conduite d'un aussi grand chantier ont été l'autre apport pour ma formation et initiation à la géologie en général et les travaux de carrières et d'étude des géomatériaux en particulier.

Les études géologiques et les essais géotechniques exécutés sur ces géomatériaux ont permis de conclure à leur bonne qualité et leur adéquation aux exigences qui doivent être respectées pour la construction de ce barrage et de ses ouvrages annexes.

Dans ma recherche sur la substitution des géomatériaux par des géosynthétiques, nous avons montré qu'un géotextile peut jouer le rôle de filtre à l'amont des digues et qu'un autre géotextile alvéolé peut être utilisé pour la rétention des matériaux (terres végétales) sur les talus à l'aval. Nous constatons qu'ils sont rapide à la mise en place et aisée, sans nuisances des engins et sans émissions de poussières et de bruit.

L'étude comparative des volumes, mise en œuvre et des coûts entre un filtre naturel (lit de pose) et le géotextile, montre qu'un filtre naturel revient à 752.00 Da /m<sup>3</sup> alors qu'avec un Géotextile le m<sup>2</sup> revient à moins de la moitié soit 200.00Da/m<sup>2</sup>. Ceci nous incite à proposer cette substitution.

Les impacts environnementaux liés aux phases de réalisation et d'exploitation, du barrage sont constitués de nuisances liées aux bruits et poussières provoquées par la centrale de concassage, les travaux d'excavation, de terrassement et de remblaiement des géomatériaux et la nuée de camions et engins sur le site et aux alentours. Les paysages et habitats naturels de la biodiversité sont fortement impactés par les excavations et les matériaux stockés. L'extension du plan d'eau et la submersion des terres agricoles, des habitations ainsi que des routes et voies de communications, sont bien visibles en phase de construction. Les TVO sont à remplacer par des TVC d'excavations de grès.

Le barrage est réalisé avec des géomatériaux locaux ce qui est un avantage important. Les mesures d'atténuation et de compensation de ces impacts sont liées aux conditions de travail et d'exécution liés aux grands chantiers. Le plan d'eau et la végétalisation des flancs excavés et des parements à l'aval des digues à l'achèvement des travaux amélioreront et même rehausseront la qualité paysagère. Les apports en eau et la régularisation des écoulements doivent respecter les débits "sanitaires" des cours d'eau pour la biodiversité qui doit profiter de ces nouvelles conditions. Mais les terres agricoles seront définitivement perdues.

## BIBLIOGRAPHIE

- Agence Nationale des Barrage et Transferts (ANBT) : (Marche) Etude d'exécution et suivi des travaux de réalisation du barrage de Souk N'Tleta dans la wilaya de Tizi-Ouzou.
- AIGOUN Chabane (2014) : Potentialités hydriques de l'aquifère alluvial du Bas Sébaou (W.Boumerdes) ; Thèse de Magister ; USTHB ; 194p.
- Cours de génie civil sur les travaux de terrassement à IUT De ST Pierre (Inédit)
- BOUAFIA Ali (2016) : Aide mémoire de mécanique des sols.
- BOUAFIA Ali (2016) GLANGEAUD L. (1952) : Histoire géologique de la province d'Alger. Monographies régionales ; 1er série: ALGERIE N°25, XIX<sup>e</sup> Congrès géologique international.
- LAMARA chabane (2015) : Plan de développement et d'exploitation gisement d'agrégats Keddara.
- LAMARA chabane (2015) : Plan de tir et détermination de la quantité prévisionnelle en explosifs et distance dangereuse lors de tirs.
- Le comité français des géosynthétiques (CFG) : LE MONITEUR des travaux publics et du bâtiment ; Définition, mise en œuvre et dimensionnement des géosynthétiques.
- LOMBARDI Giovanni (octobre 1991) : Etude géotechnique des matériaux de construction ; Avant Projet Détaillé du barrage de Souk N'Tleta.( Rapport interne).
- LOMBARDI Giovanni (1987-1988) : Essais de reconnaissances du site du barrage de Souk N'Tleta ; Bureau d'étude Lombardi Engineering Suisse.
- MOUTON Pierre (1977) : avec la participation de Fabienne BOURGONNIER ; Eugène DUBOIS et Elke REGNERY (comité national de l'O.P.P.B.T.P) ; 1<sup>er</sup> édition ; Travaux Souterrains.
- Normes géotechniques : Normes AFNOR 1994 et 1995
- RAYMOND Daniel (1976) : Evolution Sédimentaire du Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours de cycle Alpin ; thèse Université Paris 6.
- Rapports interne (2014,2015, 2016 et 2017) : Bureau d'étude TRACTEBEL COB en charge du suivi des travaux du barrage de Souk N'Tleta.
- THIEBAUT JEAN (1951) : Etude Géologique des terrains métamorphiques de la Grande Kabylie.
- ZIANI et ARKOUB (1994) : Livret des Ressources minérales de la wilaya de Tizi-Ouzou.

## ANNEXES

Résultats des essais sur les agrégats de la carrière de Keddara pour les bétons des ouvrages du barrage de Souk NTleta :

<b>SABLE (0 / 3)</b>								
% Passants à					Autres caractéristiques			
Tamis	2 D	1,58 D	D	% < 80µm	Equivalent de Sable (%)	Densité reel (t/m <sup>3</sup> )	Module de	
	6 mm	4,74 mm	3 mm				Absorption (%)	Finesse
Spé.(XP P 18 540 et NF 13242)	Vsi 100	Vsi 100	Vsi 85	Ls 12	80			
			Vss 99	e 3				
02/08/2016	100,0	99,0	87,0	14,5				

<b>G 3/8</b>								
% Passants à					Autres caractéristiques			
Tamis	2 D	1,4 D	D	D/1,4	Aplatissement	Los Agles	Densité reel (t/m <sup>3</sup> )	Absorption (%)
	16 mm	≈ 11,2 mm	8 mm	≈ 5,7 mm				
Spécifications NF EN 13 242	Vsi 100	Vsi 99	Li 80	Li 20	Vss 25	Vss 30	Vss 25	Vss 25
			Ls 99	Ls 80				
01/08/2016	100,0	100,0	99,1	65,0				
13/08/2016	100,0	100,0	99,9	74,0	18,1	20,6		

<b>G 6/15</b>								
% Passants à					Autres caractéristiques			
Tamis	2 D	1,4 D	D	D/1,4	Aplatissement	Propreté Superficiel	Densité reel (t/m <sup>3</sup> )	Absorption (%)
	30 mm	≈ 21 mm	15 mm	≈ 10,7 mm				
Spécifications NF EN 13 242	Vsi 100	Vsi 99	Li 80	Li 20	Vss 25	Vss 3	Vss 25	Vss 25
			Ls 99	Ls 80				
01/08/2016	100,0	100,0	88,0	32,0			2,7	0,3

Tableau des Résultats de contrôle du béton de structure :

Date de Coulage	Lieu de coulage	Formule		Slump cm	Température °C Béton	Ecrasement à 7 jours	Résultats à 7 jours en MPa				Ecrasement à 28 jours	Résultats à 28 jours en MPa			
		N°	Dosage				1	2	3	Moy		1	2	3	Moy
06/01/2018	DP2- Sortie M2 3ème Levée	B58-1	350	19,0	18	13/01/2018	39,8	44,9	41,7	42,1	03/02/2018	47,4	54,0	49,6	50,3
07/01/2018	DP2- Sortie C-3 1ère Levée	B58-1	350	20,0	16	14/01/2018	39,2	38,7	41,9	39,9	04/02/2018	50,0	51,9	47,6	49,8
09/01/2018	DP1-Entrée 7ème Levé	B58-1	350	21,0	16	16/01/2018	35,4		33,2	34,3	06/02/2018	45,4	50,2	43,9	46,5
10/01/2018	DP2- Sortie M2 4ème Levée + Voute C3 - 2ème Levé	B58-1	350	20,0	15	17/01/2018	36,3	35,3	35,7	35,8	07/02/2018	45,7	47,2	45,4	46,1
13/01/2018	DP2 - Ouvrage d'entrée amont Voile coté RD 2ème Levée	B58-1	350	19,0	15	20/01/2018	31,4	30,5	30,7	30,9	10/02/2018	42,9	42,0	40,3	41,7
13/01/2018	Poteau bloc F3A - Logement ANBT	B58-1	350	20,0	15	20/01/2018	30,3	32,4	32,1	31,6	10/02/2018	38,8	41,2	40,8	40,3
14/01/2018	DP2- Sortie C-3 - 3ème Levée	B58-1	350	20,0	15	21/01/2018	32,0	38,8	37,4	36,1	11/02/2018	43,9	47,1	40,2	43,7
15/01/2018	Poteau bloc F4-B - Logement ANBT	B58-1	350	19,0	15	22/01/2018	40,9	39,4	39,1	39,8	12/02/2018	50,9	48,2	56,6	51,9
16/01/2018	DP2- Ouvrage de sortie C-3 - 4ème Levée	B58-1	350	18,0	16	23/01/2018	31,8	31,2	31,2	31,4	13/02/2018	41,3	41,1	42,0	41,5
21/01/2018	Poutre pour toiture F3-A - Logement ANBT	B58-1	350	15,0	19	28/01/2018	33,8	34,7	36,5	35,0	18/02/2018	43,4	43,6	44,2	43,7
22/01/2018	DP1-Entrée 8ème Levé	B58-1	350	19,0	20	29/01/2018	33,0	41,9	37,0	37,3	19/02/2018	51,5	45,3	43,9	46,9
23/01/2018	DP2 - Semelle pour Mur M2bis Droit	B58-1	350	20,0	21	30/01/2018	33,4	31,5	33,5	32,8	20/02/2018	40,3	40,1	43,3	41,2
24/01/2018	DP2 - Semelle pour voile Gauche	B58-1	350	22,0	16	31/01/2018	30,9	30,3	30,4	30,5	21/02/2018	35,8	36,5	35,5	36,0
25/01/2018	DP2 - Ouvrage d'entrée - Voile Gauche 2ème levé + Mur de Soutèment M2bis (Droit) 1ère levée	B58-1	350	19,0	17	01/02/2018	34,6	33,6	34,2	34,1	22/02/2018	43,1	44,2	43,0	43,5
27/01/2018	DP2 - Ouvrage d'entrée amont - Mur de Soutèment M2 (Gauche) 1ère levée	B58-1	350	20,0	15	03/02/2018	38,6	40,3	38,7	39,2	24/02/2018	57,1	50,2	50,7	52,7
28/01/2018	DP2 - Ouvrage d'entrée voile pile centrale 2ème Levé	B58-1	350	19,0	16	04/02/2018	34,3	34,6	32,5	33,8	25/02/2018	48,2	47,4	46,2	47,3
30/01/2018	DP2 - Ouvrage d'entrée amont - Voile Droit 3ème levé + Ouvrage de sortie aval - Voile parapet 1ère levée	B58-1	350	20,0	18	06/02/2018	35,6	36,5	38,6	36,9	27/02/2018	50,2	50,0	51,8	50,7

**Annexe : géotextiles**

**Fiche technique des géotextiles:**

Géotextile non-tissé aiguilleté en fibres courtes haute ténacité 100% polypropylène.

Caractéristiques		Normes	Unités	AS10	AS15	AS20	AS25	AS30	AS35	AS40
<b>Caractéristiques Physiques</b>										
Masse Surfaique		EN ISO 9854	g/m <sup>2</sup>	100	150	200	250	300	350	400
Epaisseur sous 2 kPa		EN ISO 9863-1	mm	0,5	0,8	1,0	1,25	1,60	1,70	2,2
<b>Caractéristiques Mécaniques</b>										
Résistance à la Traction	SP*	EN ISO 10319	kN/m	6	10	13	16	20	23	27
	ST*			7	12	16	20	25	30	33
Déformation à l'Effort de Traction Maximale	SP*	EN ISO 10319	%	70	70	70	75	75	80	90
	ST*			90	90	90	95	100	100	105
Perforation Dynamique		EN ISO 13433	mm	30	25	17	15	11	10	9
Résistance au Poinçonnement CBR		EN ISO 12236	kN	1,00	1,70	2,10	2,90	3,40	4,00	4,4
Resistance au Poinçonnement pyramidal		EN 14574	kN	0,70	1,00	1,20	1,50	1,80	1,90	2,30
<b>Caractéristique Hydrauliques</b>										
Perméabilité Normale au Plan		EN ISO 11058	m/sec	0,080	0,065	0,050	0,045	0,040	0,020	0,020
Ouverture de Filtration		EN ISO 12956	µm	90	90	70	70	65	60	55
<b>Conditionnement</b>										
<b>Rouleau Standard</b>										
Largeur			m	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80
Longueur			m	300	250	200	160	140	120	100
Surface par Rouleau			m <sup>2</sup>	1 740	1 450	1 160	928	812	696	580
Poids du Rouleau			kg	174	218	232	232	244	244	232

SP\* : Sens Production, ST\* : Sens Travers

Etude comparative des volumes, mise en oeuvre et des coûts entre un Filtre naturel et sa substitution par de géotextiles (Bouneffa MOM UMMTO 2017)

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRES	MONTANTS (DA)
GRAVIER	m3	6 000.00	800.00	4 800 000.00
SABLE	m3	6 000.00	600.00	3 600 000.00
MISE EN OEUVRE	m3	12 000.00	400.00	4 800 000.00
			TOTAL	13 200 000.00
Soit le coût du m <sup>2</sup> de digue de 13 200 000.00/8685=				1 519.86 DA

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRES	MONTANTS (DA)
Géotextile F60	m <sup>2</sup>	20 400.00	225.00	4 590 000.00
MISE EN OEUVRE	m <sup>2</sup>	20 400.00	60.00	1 224 000.00
			TOTAL	5 814 000.00
Soit le coût du m <sup>2</sup> de digue de 5 814 000.00/8685=				669.43 DA

**ANNEXES : Analyses de laboratoire**



1



2



3



4



5

1- Los Angeles ; 2- Bentonite en sac de 50kg, produit de l'ENOF Maghnia; 3-Granulométrie; 4- Argiles et limites d'Atterberg; 5- Contrôle du compactage des compactages par le sable cône



6



8



7



9

6- vue des deux galeries de dérivation, 7- Galerie de prospection, 8- Essai de béton, 9- Mesure de densité des compactages avec le Gamma-densimètre.







**Résumé :**

Les caractéristiques géométriques des barrages et le principe de leur conception permettent de distinguer les barrages en remblais et ceux en béton. Le présent travail s'intéresse aux géomatériaux composant le barrage en remblais de Souk N'Tleta dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le barrage de Souk N'Tleta, en cours de réalisation, est constitué en matériaux locaux présents naturellement sur le site ou à proximité immédiate. Il s'agit d'argiles, d'alluvions, de colluvions, d'agrégats de grès et calcaires et de bentonites (pour les bétons plastiques).

J'ai pu étudier les géomatériaux tout en passant par toutes les étapes de prospection des carrières, des techniques d'identification, d'essais et d'analyses effectués sur les sites des carrières et du barrage ainsi qu'en laboratoire (sondages, perméabilité, sédimentométrie, granulométrie, les limites d'Atterberg, compactages, essais sur les bétons ainsi que les analyses chimiques).

Les résultats des prospections et les essais ont fait l'objet d'interprétations jusqu'à la mise en œuvre et la mise en place des différents matériaux pour les digues, les batardeaux, les écrans d'étanchéité sous le barrage et d'imperméabilisation des flancs et des appuis du barrage.

En ce qui concerne la partie environnementale j'ai constaté sur les lieux les différentes formes de nuisances au niveau des carrières ainsi que sur le chantier du barrage Souk N'Tleta dont les plus importantes sont ; les bruits, les poussières, les lubrifiants, atteintes aux paysages etc.

Dans mon travail j'ai opté également pour les possibilités de substitution des géomatériaux par les géosynthétiques. D'une part, un géotextile qui peut jouer le rôle d'un filtre à l'amont des digues et d'une autre part l'ALVEOTER à l'aval pour la rétention des matériaux par des alvéoles. Leur mise en œuvre est rapide et aisée, sans nuisances des engins et sans impacts d'émissions de poussières et de bruit sur l'environnement en plus des faibles coûts de fournitures et de mise en place.

**Mots clés :** Barrage en remblais, Géomatériaux, essais géotechniques, Souk N'Tleta-Tizi Ouzou, prospection des carrières, mise en place, géotextiles, impacts, environnement

**Abstract:**

The geometric characteristics of the dams and the principle of their design make it possible to distinguish embankment dams and concrete dams.

The present work focuses on the geomaterials composing the embankment dam on Souk N'Tleta. The site of Souk N'Tleta currently being built, is made of local materials naturel in the site or near immediate. It's clay, alluvium, colluvion, aggregats of sandstone and limestone and bentones (for plastic concretes).

We were able to study geomaterials while going through all the stages of quarry prospecting, identification techniques, tests and analyzes carried out on the quarry and dam sites as well as in the laboratory ( boreholes, permeability, sedimentometry, granulometry, Atterberg limits, compactins, concrete tests as well as chemical analyzes).

The results of the surveys and tests have been interpreted until the implantation and implementation of different materials for dikes, cofferdams, waterproofing screens under the dam and waterproofing flanks and supports of the dam.

Concerning the environmental part, I noticed on the spot the varions forms of damage to quarries as well as on the site of Souk N'Tleta dam, the most important of which are noises, dust, lubricating, oils, landscape.

In my work I opted for the substitution of geomaterials by geosyntics. On the one hand a geotextile that can play the role of a filter upstream-dikes and another ALEVOTER downstream, which is quickly to setup and easy without impacts of dust and no noise emissions on the environment.

**Keywords:** Dam, Geomaterials, Embankment dam, Dam of Souk N'Tleta, Prospecting quarries, Implementation, noises environmental.